

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-047094

(43)Date of publication of application : 14.02.1997

BEST AVAILABLE COPY

(51)Int.Cl.

H02P 15/00

H02K 7/11

(21)Application number : 07-269241

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 22.09.1995

(72)Inventor : YAMADA EIJI  
KAWABATA YASUMI  
MIYATANI TAKAO

(30)Priority

Priority number : 07145575

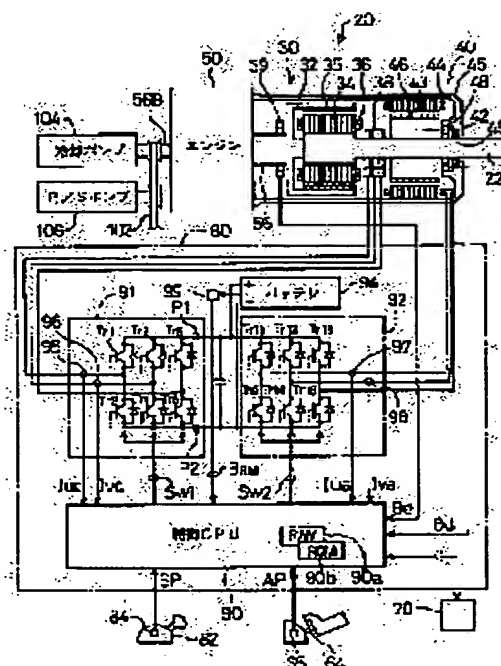
Priority date : 19.05.1995

Priority country : JP

**(54) POWER TRANSMISSION AND ITS CONTROL METHOD****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a power for driving auxiliary machinery coupled with the output shaft of a prime mover even during stoppage of operation.

**SOLUTION:** A power transmission 20 coupled with the crankshaft 56 of an engine 50 is provided with a clutch motor 30 and an assist motor 40 and controlled through a controller 80. The crankshaft 56B of engine 50 is coupled, directly or through a belt 102, with auxiliary machinery, e.g. a cooling pump 104, a P/S pump 106, etc., being driven through rotation of the crankshaft 56. When the operation of engine 50 is stopped and the drive shaft 22 is driven through the assist motor 40 using power stored in a battery 94, a rotary torque TST is applied to the crankshaft 56 from the clutch motor 30 such that the crankshaft 56 rotates at a predetermined r.p.m. Consequently, the crankshaft 56 is rotated to produce a power for driving the auxiliary machinery.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

15.07.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3063592

[Date of registration]

12.05.2000

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-47094

(43) 公開日 平成9年(1997)2月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 P 15/00

H 0 2 K 7/11

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 2 P 15/00

H 0 2 K 7/11

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平7-269241

(22) 出願日 平成7年(1995)9月22日

(31) 優先権主張番号 特願平7-145575

(32) 優先日 平7(1995)5月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山田 英治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 川端 康己

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 宮谷 孝夫

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

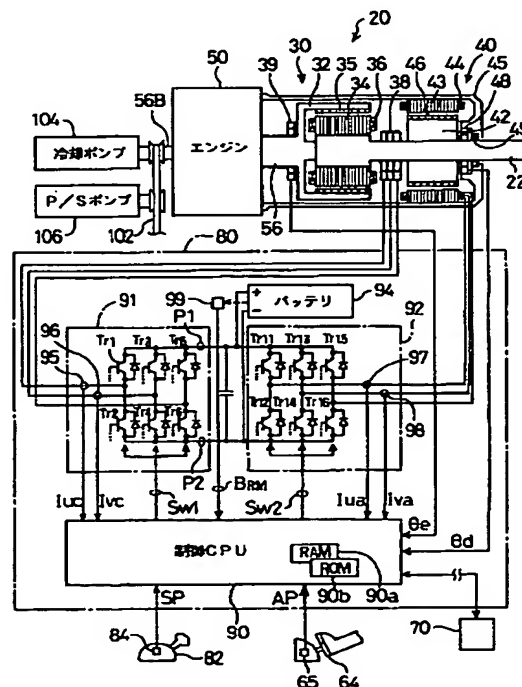
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 動力伝達装置およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 原動機の運転停止中でも、原動機の出力軸に接続された補機を駆動する動力を得る。

【解決手段】 エンジン50のクランクシャフト56に連結された動力伝達装置20には、クラッチモータ30とアシストモータ40とが設けられ、制御装置80により制御される。エンジン50のクランクシャフト56Bには、直接またはベルト102によりクランクシャフト56の回転により駆動する冷却ポンプ104やP/Sポンプ106等の補機が接続されている。エンジン50の運転を停止し、バッテリー94に蓄えられた電力を用いてアシストモータ40により駆動軸22を駆動するときには、クランクシャフト56が所定の回転数で回転するようクラッチモータ30によりクランクシャフト56に回転トルクTSTを作用させる。この結果、クランクシャフト56が回転し、補機を駆動する動力が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力軸を有し、該出力軸を回転させる原動機と、

前記原動機の出力軸に結合される第1のロータと、該第1のロータと電磁的に結合し該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該第2のロータに結合される回転軸をトルクの出力軸とする第1の電動機と、

前記第1の電動機における前記第1および第2のロータ間の電磁的な結合の程度を制御すると共に、前記第1のロータと第2のロータとの間に生じる滑り回転に応じた電力を前記第1の電動機により回生可能な第1の電動機駆動回路と、

前記第1の電動機の第2のロータに結合される第3のロータを有し、該第3のロータに結合される回転軸をトルクの出力軸とする第2の電動機と、

該第2の電動機を駆動する第2の電動機駆動回路と、  
前記第1の電動機駆動回路を介して前記第1の電動機から回生した電力を蓄えると共に、前記第1および/または第2の電動機駆動回路を介して対応する前記第1、第2の電動機に電力を供給可能な二次電池と、  
前記原動機の出力軸に結合され、該出力軸からの動力により駆動する補機とを備える動力伝達装置であって、  
前記原動機の運転を停止しているとき、前記二次電池に蓄えられた電力を用いて、前記第1の電動機により前記原動機の出力軸を回転させて前記補機を駆動するよう前記第1の電動機駆動回路を制御する補機駆動制御手段を備える動力伝達装置。

【請求項2】 前記補機駆動制御手段は、前記原動機の出力軸を回転させることによって前記第3のロータに結合された回転軸に生じるトルクの変動を低減させるよう前記第2の電動機から該第3のロータに結合された回転軸に出力されるトルクを制御する手段である請求項1記載の動力伝達装置。

【請求項3】 前記補機駆動制御手段は、前記第1の電動機により前記原動機の出力軸を回転させるトルクと略同一のトルクが、前記第2の電動機により前記第3のロータに結合された回転軸に出力されるトルクに付加されるよう前記第2の電動機駆動回路を制御する手段である請求項2記載の動力伝達装置。

【請求項4】 出力軸を有し、該出力軸を回転させる原動機と、  
前記原動機の出力軸に結合される第1のロータと、該第1のロータと電磁的に結合し該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該第2のロータに結合される回転軸をトルクの出力軸とする第1の電動機と、

前記第1の電動機における前記第1および第2のロータ間の電磁的な結合の程度を制御すると共に、前記第1のロータと第2のロータとの間に生じる滑り回転に応じた

電力を前記第1の電動機により回生可能な第1の電動機駆動回路と、

前記原動機の出力軸に結合される第3のロータを有し、該第3のロータに結合される該原動機の出力軸をトルクの出力軸とする第2の電動機と、

該第2の電動機を駆動する第2の電動機駆動回路と、  
前記第1の電動機駆動回路を介して前記第1の電動機から回生した電力を蓄えると共に、前記第1および/または第2の電動機駆動回路を介して対応する前記第1、第2の電動機に電力を供給可能な二次電池と、  
前記原動機の出力軸に結合され、該出力軸からの動力により駆動する補機とを備える動力伝達装置であって、  
前記原動機の運転を停止しているとき、前記二次電池に蓄えられた電力を用いて、前記第2の電動機により前記原動機の出力軸を回転させて前記補機を駆動するよう前記第2の電動機駆動回路を制御する補機駆動制御手段を備える動力伝達装置。

【請求項5】 出力軸を有し、該出力軸を回転させる原動機と、

前記原動機の出力軸に結合される第1のロータと、該第1のロータと電磁的に結合し該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該第2のロータに結合される回転軸をトルクの出力軸とする第1の電動機と、

前記第1の電動機における前記第1および第2のロータ間の電磁的な結合の程度を制御すると共に、前記第1のロータと第2のロータとの間に生じる滑り回転に応じた電力を前記第1の電動機により回生可能な第1の電動機駆動回路と、

前記第1の電動機の第2のロータに結合される第3のロータを有し、該第3のロータに結合される回転軸をトルクの出力軸とする第2の電動機と、

該第2の電動機を駆動する第2の電動機駆動回路と、  
前記第1の電動機駆動回路を介して前記第1の電動機から回生した電力を蓄えると共に、前記第1および/または第2の電動機駆動回路を介して対応する前記第1、第2の電動機に電力を供給可能な二次電池と、  
前記原動機の出力軸に結合され、該出力軸からの動力により駆動する補機とを備える動力伝達装置の制御方法であって、

前記原動機の運転を停止しているとき、前記二次電池に蓄えられた電力を用いて、前記第1の電動機により前記原動機の出力軸を回転させて前記補機を駆動するよう前記第1の電動機駆動回路を制御する動力伝達装置の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、動力伝達装置およびその制御方法に関し、詳しくは、原動機より得られる動力を効率的に伝達または利用する動力伝達装置および

その制御方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】従来、この種の動力伝達装置としては、車両に搭載される装置であって、原動機の出力軸と電動機のロータに結合された駆動軸とを電磁的に結合する電磁継手を備えるものが提案されている（例えば、特開昭 53-133814号公報等）。この動力伝達装置は、原動機から出力軸に出力されるトルクを電磁継手による電磁的な結合により駆動軸に伝達すると共に電磁継手における滑りにより得られる回生電力を用いて電動機により駆動軸にトルクを付加することにより、原動機の動力を回転軸に伝達する。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】こうした上記の動力伝達装置を搭載した車両では、動力伝達装置に必要な補機（例えば、原動機等の冷却水を循環させるポンプなど）や動力伝達装置には必要ないが車両を運転するのに必要な補機（例えば、パワーステアリング用のポンプやエアコン用のポンプ等）の動力を、原動機の出力軸の回転から或いはバッテリーからの電力により得ている。このうち補機の動力をバッテリーから得るタイプでは、バッテリーが補機への電力の供給のために大きくなるという問題を生じると共に、バッテリーが電磁継手によける滑りにより得られる回生電力により充電されることから、電磁継手の運転効率や充電効率および放電効率が乗じられるため全体としてのエネルギー効率が低くなるという問題をも生じる。

【0004】補機の動力を原動機の出力軸から直接得るタイプ、例えば、原動機の出力軸に機械的に結合してその回転力により動力を得るタイプでは、機械エネルギーをそのまま使用するので、上述したバッテリーから得るタイプのような問題は生じない。しかし、こうした補機の動力を原動機の出力軸から直接得るタイプでは、原動機の運転を停止し車両をバッテリーからの電力による動力のみで運転する場合には、原動機の出力軸は回転しないから、補機の動力を得ることができない。

【0005】本発明の動力伝達装置およびその制御方法は、こうした問題を解決し、原動機より得られた動力を高効率に伝達または利用すると共に、原動機の運転を停止し車両をバッテリーからの電力による動力のみで運転する場合でも原動機の出力軸から補機の動力を得ることを目的とする。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の第1の動力伝達装置は、出力軸を有し、該出力軸を回転させる原動機と、前記原動機の出力軸に結合される第1のロータと、該第1のロータと電磁的に結合し該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該第2のロータに結合される回転軸をトルクの出力軸とする第1の電動機と、前記第1の電動機にお

ける前記第1および第2のロータ間の電磁的な結合の程度を制御すると共に、前記第1のロータと第2のロータとの間に生じる滑り回転に応じた電力を前記第1の電動機により回生可能な第1の電動機駆動回路と、前記第1の電動機の第2のロータに結合される第3のロータを有し、該第3のロータに結合される回転軸をトルクの出力軸とする第2の電動機と、該第2の電動機を駆動する第2の電動機駆動回路と、前記第1の電動機駆動回路を介して前記第1の電動機から回生した電力を蓄えると共に、前記第1および/または第2の電動機駆動回路を介して対応する前記第1、第2の電動機に電力を供給可能な二次電池と、前記原動機の出力軸に結合され、該出力軸からの動力により駆動する補機とを備える動力伝達装置であって、前記原動機の運転を停止しているとき、前記二次電池に蓄えられた電力を用いて、前記第1の電動機により前記原動機の出力軸を回転させて前記補機を駆動するよう前記第1の電動機駆動回路を制御する補機駆動制御手段を備えることを要旨とする。

【0007】この第1の動力伝達装置は、第1の電動機が、原動機の出力軸に結合される第1のロータと、この第1のロータと電磁的に結合し第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとの間の電磁的な結合の程度を第1の電動機駆動回路によって制御されることにより、出力軸を回転させる原動機の動力を第2のロータに結合される回転軸に伝達する。第2の電動機は、第2の電動機駆動回路により駆動制御されることにより、第1の電動機の第2のロータに結合される第3のロータを介して第3のロータに結合された回転軸に第1の電動機により伝達された動力を加減する。二次電池は、第1の電動機駆動回路を介して第1の電動機から回生した電力を蓄え、必要に応じて、第1および/または第2の電動機駆動回路を介して対応する第1、第2の電動機に電力を供給する。そして、補機は、原動機の出力軸からの動力により駆動する。

【0008】こうした動力の伝達の際に原動機の運転が停止されると、補機駆動制御手段は、二次電池に蓄えられた電力を用いて、第1の電動機により原動機の出力軸を回転させて補機を駆動するよう第1の電動機駆動回路を制御する。

【0009】この第1の動力伝達装置によれば、原動機の出力の一部をそのままトルクとして出力し、一部を第1の電動機の滑りとして電力に変換し、この電力で第2の電動機を運転することで、全体として効率良く動力を伝達し、トルクの変換を実現することができるという優れた効果を奏する。しかも、原動機の運転が停止されても、二次電池に蓄えられた電力を用いて第1の電動機を駆動して原動機の出力軸を回転させて補機を駆動することができる。

【0010】この第1の動力伝達装置において、前記補機駆動制御手段は、前記原動機の出力軸を回転させるこ

とによって前記第3のロータに結合された回転軸に生じるトルクの変動を低減させるよう前記第2の電動機から該第3のロータに結合された回転軸に出力されるトルクを制御する手段であるものとする。こうすれば、第3のロータに結合された回転軸のトルクの変動を低減することができる。特に、前記補機駆動制御手段は、前記第1の電動機により前記原動機の出力軸を回転させるトルクと略同一のトルクが、前記第2の電動機により前記第3のロータに結合された回転軸に出力されるトルクに付加されるよう前記第2の電動機駆動回路を制御する手段であるものとするれば、トルクの変動を殆どなくすることができる。

【0011】本発明の第2の動力伝達装置は、出力軸を有し、該出力軸を回転させる原動機と、前記原動機の出力軸に結合される第1のロータと、該第1のロータと電磁的に結合し該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該第2のロータに結合される回転軸をトルクの出力軸とする第1の電動機と、前記第1の電動機における前記第1および第2のロータ間の電磁的な結合の程度を制御すると共に、前記第1のロータと第2のロータとの間に生じる滑り回転に応じた電力を前記第1の電動機により回生可能な第1の電動機駆動回路と、前記原動機の出力軸に結合される第3のロータを有し、該第3のロータに結合される該原動機の出力軸をトルクの出力軸とする第2の電動機と、該第2の電動機を駆動する第2の電動機駆動回路と、前記第1の電動機駆動回路を介して前記第1の電動機から回生した電力を蓄えたと共に、前記第1および/または第2の電動機駆動回路を介して対応する前記第1、第2の電動機に電力を供給可能な二次電池と前記原動機の出力軸に結合さ

れ、該出力軸からの動力により駆動する補機とを備える動力伝達装置であって、前記原動機の運転を停止しているとき、前記二次電池に蓄えられた電力を用いて、前記第2の電動機により前記原動機の出力軸を回転させて前記補機を駆動するよう前記第2の電動機駆動回路を制御する補機駆動制御手段を備えることを要旨とする。

【0012】この第2の動力伝達装置は、第1の電動機が、原動機の出力軸に結合される第1のロータと、この第1のロータと電磁的に結合し第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとの間の電磁的な結合の程度を第1の電動機駆動回路によって制御されることにより、出力軸を回転させる原動機の動力を第2のロータに結合される回転軸に伝達する。第2の電動機は、第2の電動機駆動回路により駆動制御されることにより、原動機の出力軸に結合された第3のロータを介して原動機の出力軸の動力を加減する。二次電池は、第1の電動機駆動回路を介して第1の電動機から回生した電力を蓄え、必要に応じて、第1および/または第2の電動機駆動回路を介して対応する第1、第2の電動機に電力を供給する。そして、補機は、原動機の出力軸からの動力に

より駆動する。

【0013】こうした動力の伝達の際に原動機の運転が停止されると、補機駆動制御手段は、二次電池に蓄えられた電力を用いて、第2の電動機により原動機の出力軸を回転させて補機を駆動するよう第2の電動機駆動回路を制御する。

【0014】この第2の動力伝達装置によれば、原動機の出力と第2の電動機の出力と合計の出力の一部をトルクとして出力し、残りを第1の電動機の滑りとして電力に変換し、この電力により第2の電動機を運転することで、全体として効率良く動力を伝達し、トルクの変換を実現することができるという優れた効果を奏する。しかも、原動機の運転が停止されても、二次電池に蓄えられた電力を用いて第2の電動機を駆動して原動機の出力軸を回転させて補機を駆動することができる。

【0015】本発明の動力伝達装置の制御方法は、出力軸を有し、該出力軸を回転させる原動機と、前記原動機の出力軸に結合される第1のロータと、該第1のロータと電磁的に結合し該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該第2のロータに結合される回転軸をトルクの出力軸とする第1の電動機と、前記第1の電動機における前記第1および第2のロータ間の電磁的な結合の程度を制御すると共に、前記第1のロータと第2のロータとの間に生じる滑り回転に応じた電力を前記第1の電動機により回生可能な第1の電動機駆動回路と、前記第1の電動機の第2のロータに結合される第3のロータを有し、該第3のロータに結合される回転軸をトルクの出力軸とする第2の電動機と、該第2の電動機を駆動する第2の電動機駆動回路と、前記第1の電動機駆動回路を介して前記第1の電動機から回生した電力を蓄えたと共に、前記第1および/または第2の電動機駆動回路を介して対応する前記第1、第2の電動機に電力を供給可能な二次電池と、前記原動機の出力軸に結合され、該出力軸からの動力により駆動する補機とを備える動力伝達装置の制御方法であって、前記原動機の運転を停止しているとき、前記二次電池に蓄えられた電力を用いて、前記第1の電動機により前記原動機の出力軸を回転させて前記補機を駆動するよう前記第1の電動機駆動回路を制御することを要旨とする。

【0016】この動力伝達装置の制御方法によれば、原動機の出力の一部をそのままトルクとして出力し、残りを第1の電動機の滑りとして電力に変換し、この電力により第2の電動機を運転することで、全体として効率良く動力を伝達し、トルクの変換を実現することができるという優れた効果を奏する。しかも、原動機の運転が停止されても、二次電池に蓄えられた電力を用いて第1の電動機を駆動し原動機の出力軸を回転させて補機を駆動することができる。

【0017】

【発明の他の態様】本発明は、以下のような他の態様を

とすることも可能である。

【0018】第1の態様は、前記第1ないし第2のいずれかの動力伝達装置において、前記第2の電動機駆動回路は、前記第2の電動機から電力を回生可能な回路であり、前記二次電池は、前記第2の電動機駆動回路を介して前記第2の電動機から回生した電力を蓄える電池であることを要旨とする。

【0019】こうすれば、第2の電動機により回生した電力をも蓄えることができ、動力伝達装置におけるエネルギー効率を高めることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は本発明の第1の実施例としての動力伝達装置20の概略構成を示す構成図、図2は図1の動力伝達装置20を構成するクラッチモータ30及びアシストモータ40の構造を示す断面図、図3は図1の動力伝達装置20を組み込んだ車両のエンジン50を含む概略構成を示す構成図である。説明の都合上、まず図3を用いて、車両全体の構成から説明する。

【0021】図3に示すように、この車両には、動力源であるエンジン50としてガソリンにより運転されるガソリンエンジンが備えられている。このエンジン50は、吸気系からスロットルバルブ66を介して吸入した空気と燃料噴射弁51から噴射されたガソリンとの混合気を燃焼室52に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン54の運動をクランクシャフト56の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ66はアクチュエータ68により開閉駆動される。点火プラグ62は、イグナイタ58からディストリビュータ60を介して導かれた高電圧によって電気火花を形成し、混合気はその電気火花によって点火されて爆発燃焼する。

【0022】このエンジン50の運転は、電子制御ユニット（以下、E F I E C Uと呼ぶ）70により制御されている。E F I E C U 70には、エンジン50の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ66の開度（ポジション）を検出するスロットルバルブポジションセンサ67、原動機の50の負荷を検出する吸気管負圧センサ72、エンジン50の水温を検出する水温センサ74、ディストリビュータ60に設けられクランクシャフト56の回転数と回転角度を検出する回転数センサ76及び回転角度センサ78などである。なお、E F I E C U 70には、この他、例えばイグニッションキーの状態S Tを検出するスタータスイッチ79なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0023】エンジン50のクランクシャフト56には、本実施例の動力伝達装置20が結合されている。動力伝達装置20の駆動軸22は、ディファレンシャルギヤ24に結合されており、動力伝達装置20からのトルクは最終的に左右の駆動輪26、28に伝達される。こ

の動力伝達装置20は、制御装置80により、制御されている。制御装置80の構成は後で詳述するが、内部には制御C P Uが備えられており、シフトレバー82に設けられたシフトポジションセンサ84やアクセルペダル64に設けられたアクセルペダルポジションセンサ65なども接続されている。また、制御装置80は、上述したE F I E C U 70と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

10 【0024】また、エンジン50のクランクシャフト56の反対側のクランクシャフト56Bには、直接またはベルト102を介して、エンジン50の冷却水の循環用の冷却ポンプ104やパワーステアリングの動力用のP / S ポンプ106等の補機が接続されている。これらの補機は、クランクシャフト56Bの回転から動力を得て機能している。

【0025】動力伝達装置20の構成について説明する。図1に示すように、エンジン50のクランクシャフト56の一端に取り付けられた動力伝達装置20は、大きくは、クランクシャフト56にアウトロータ32が機械的に結合されたクラッチモータ30、このクラッチモータ30のインナロータ34に機械的に結合されたロータ42を有するアシストモータ40、及びクラッチモータ30とアシストモータ40を駆動・制御する制御装置80から構成されている。

【0026】各モータの概略構成について、図1により説明する。クラッチモータ30は、図1に示すように、アウトロータ32の内周面に永久磁石35を備え、インナロータ34に形成されたスロットに三相のコイル36を巻回する同期電動機として構成されている。この三相コイル36への電力は、回転トランス38を介して供給される。インナロータ34において三相コイル36用のスロット及びティースを形成する部分は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層することで構成されている。なお、クランクシャフト56には、その回転角度 $\theta_e$ を検出するレゾルバ39が設けられているが、このレゾルバ39は、ディストリビュータ60に設けられた回転角度センサ78と兼用することも可能である。

【0027】他方、アシストモータ40も同期電動機として構成されているが、回転磁界を形成する三相コイル44は、ケース45に固定されたステータ43に巻回されている。このステータ43も、無方向性電磁鋼板の薄板を積層することで形成されている。ロータ42の外周面には、複数個の永久磁石46が設けられている。アシストモータ40では、この永久磁石46により磁界と三相コイル44が形成する磁界との相互作用により、ロータ42が回転する。ロータ42が機械的に結合された軸は、動力伝達装置20のトルクの出力軸である駆動軸22であり、駆動軸22には、その回転角度 $\theta_d$ を検出するレゾルバ48が設けられている。また、駆動軸22



は、ケース45に設けられたベアリング49により軸支されている。

【0028】係るクラッチモータ30とアシストモータ40とは、クラッチモータ30のインナロータ34がアシストモータ40のロータ42、延いては駆動軸22に機械的に結合されている。従って、エンジン50と両モータ30、40の関係を簡略を言えば、エンジン50のクランクシャフト56の回転及び軸トルクが、クラッチモータ30のアウタロータ32からインナロータ34に伝達されたとき、アシストモータ40によるトルクがこれに加減算されるということになる。

【0029】アシストモータ40は、通常の永久磁石型三相同期モータとして構成されているが、クラッチモータ30は、永久磁石35を有するアウタロータ32も三相コイル36を備えたインナロータ34も、共に回転するように構成されている。そこで、クラッチモータ30の構成の詳細について、図2を用いて補足する。クラッチモータ30のアウタロータ32は、クランクシャフト56に嵌合されたホイール57の外周端に圧入ピン59a及びネジ59bにより取り付けられている。ホイール57の中心部は、軸形状に突設されており、ここにベアリング37A、37Bを用いてインナロータ34が回転自在に取り付けられている。また、インナロータ34には、駆動軸22の一端が固定されている。

【0030】アウタロータ32に永久磁石35が設けられていることは既に説明した。この永久磁石35は、実施例では4個設けられており、アウタロータ32の内周面に貼付されている。その磁化方向はクラッチモータ30の軸中心に向かう方向であり、一つおき磁極の方向は逆向きになっている。この永久磁石35と僅かなギャップにより対向するインナロータ34の三相コイル36は、インナロータ34に設けられた計24個のスロット（図示せず）に巻回されており、各コイルに通電すると、スロットを隔てるティースを通る磁束を形成する。各コイルに三相交流を流すと、この磁界は回転する。三相コイル36の各々は、回転トランス38から電力の供給を受けるよう接続されている。この回転トランス38は、ケース45に固定された一次巻線38Aとインナロータ34に結合された駆動軸22に取り付けられた二次巻線38Bとからなり、電磁誘導により、一次巻線38Aと二次巻線38Bとの間で、双方向に電力をやり取りすることができる。なお、三相（U、V、W相）の電流をやり取りするために、回転トランス38には三相分の巻線が用意されている。

【0031】隣接する一組の永久磁石35が形成する磁界と、インナロータ34に設けられた三相コイル36が形成する回転磁界との相互作用により、アウタロータ32とインナロータ34とは種々の振る舞いを示す。通常は、三相コイル36に流す三相交流の周波数は、クランクシャフト56に直結されたアウタロータ32の回転数

（1秒間の回転数）とインナロータ34の回転数との偏差の周波数としている。この結果、両者の回転には滑りを生じることになる。クラッチモータ30及びアシストモータ40の制御の詳細については、後でフローチャートを用いて詳しく説明する。

【0032】次に、クラッチモータ30及びアシストモータ40を駆動・制御する制御装置80について説明する。制御装置80は、クラッチモータ30を駆動する第1の駆動回路91、アシストモータ40を駆動する第2の駆動回路92、両駆動回路91、92を制御する制御CPU90、二次電池であるバッテリー94から構成されている。制御CPU90は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM90a、処理プログラムを記憶したROM90b、入出力ポート（図示せず）及びEFIECU70と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。この制御CPU90には、レゾルバ39からのエンジン50の回転角度 $\theta_e$ 、レゾルバ48からの駆動軸22の回転角度 $\theta_d$ 、アクセルペダルポジションセンサ65からのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）AP、シフトポジションセンサ84からのシフトポジションSP、第1の駆動回路91に設けられた2つの電流検出器95、96からのクラッチ電流値 $I_{uc}$ 、 $I_{vc}$ 、第2の駆動回路に設けられた2つの電流検出器97、98からのアシスト電流値 $I_{ua}$ 、 $I_{va}$ 、バッテリー94の残容量を検出する残容量検出器99からの残容量BRMなどが、入力ポートを介して入力されている。なお、残容量検出器99は、バッテリー94の電解液の比重またはバッテリー94の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリーの端子間を瞬間的にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0033】また、制御CPU90からは、第1の駆動回路91に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタTr1乃至Tr6を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路92に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタTr11乃至Tr16を駆動する制御信号SW2とが出力されている。第1の駆動回路91内の6個のトランジスタTr1乃至Tr6は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一対の電源ラインP1、P2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、クラッチモータ30の三相コイル（UVW）36の各々が、回転トランス38を介して接続されている。電源ラインP1、P2は、バッテリー94のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御CPU90により対をなすトランジスタTr1乃至Tr6のオン時間の割合を制御信号SW1により順次制御し、各コイル36に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波



にすると、三相コイル36により、回転磁界が形成される。

【0034】他方、第2の駆動回路92の6個のトランジスタTr11乃至Tr16も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第1の駆動回路91と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、アシストモータ40の三相コイル44の各々に接続されている。従って、制御CPU90により対をなすトランジスタTr11乃至Tr16のオン時間を制御信号SW2により順次制御し、各コイル44に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル44により、回転磁界が形成される。

【0035】以上構成を説明した動力伝達装置20の動作について説明する。動力伝達装置20の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン50がEFIECU70により運転され、所定の回転数N1で回転しているとすると、このとき、制御装置80が回転トランス38を介してクラッチモータ30の三相コイル36に何等電流を流していないとすれば、即ち第1の駆動回路91のトランジスタTr1乃至Tr6が常時オフ状態であれば、三相コイル36には何等の電流も流れないから、クラッチモータ30のアウタロータ32とインナロータ34とは電磁的に全く結合されていない状態となり、エンジン50のクランクシャフト56は空回りしている状態となる。この状態では、トランジスタTr1乃至Tr6がオフとなっているから、三相コイル36からの回生も行なわれない。即ち、エンジン50はアイドル回転をしていることになる。

【0036】制御装置80の制御CPU90が制御信号SW1を出力してトランジスタをオンオフ制御すると、エンジン50のクランクシャフト56の回転数と駆動軸22の回転数との偏差（言い換えれば、クラッチモータ30におけるアウタロータ32とインナロータ34の回転数差）に応じて、クラッチモータ30の三相コイル36に一定の電流が流れる。即ち、クラッチモータ30は発電機として機能し、電流が第1の駆動回路91を介して回生され、バッテリー94が充電される。この時、アウタロータ32とインナロータ34とは一定の滑りが存在する結合状態となる。即ち、エンジン50のクランクシャフト56の回転数よりは低い回転数でインナロータ34は回転する。この状態で、回生された電気エネルギーと等しいエネルギーがアシストモータ40で消費されるように、制御CPU90が第2の駆動回路92を制御すると、アシストモータ40の三相コイル44に電流が流れ、アシストモータ40においてトルクが発生する。図4に照らせば、クランクシャフト56が回転数N1、トルクT1で運転しているとき、領域G1のエネルギーをクラッチモータ30から回生し、これをアシストモータ40に付与することで、駆動軸22を回転数N2、トルクT2で回転するということになる。こうして、クラッチ

モータ30における滑り（回転数差）に応じたエネルギーがトルクとして駆動軸22に付与され、トルクの変換が行なわれることになる。実際には、図5に例示するトルク制御処理によりトルクの変換がなされる。以下に、まずこの動力伝達装置20による通常時のトルク制御処理について説明した後、エンジン50が停止されているときの処理について説明する。

【0037】トルク制御処理が実行されると、制御CPU90は、まず駆動軸22の回転数Ndを読み込む処理を行なう（ステップS100）。駆動軸22の回転数は、レゾルバ48から読み込んだ駆動軸22の回転角度θdから求めることができる。次に、アクセルペダルポジションセンサ65からのアクセルペダルポジションAPを読み込む処理を行なう（ステップS101）。アクセルペダル64は運転者が出力トルクが足りないと感じたときに踏み込まれるものであり、従って、アクセルペダルポジションAPの値は運転者の欲している出力トルク（すなわち、駆動軸22のトルク）に対応するものである。続いて、読み込まれたアクセルペダルポジションAPに応じた出力トルク（駆動軸22のトルク）目標値（以下、トルク指令値とも言う）Td\*を導出する処理を行なう（ステップS102）。すなわち、各アクセルペダルポジションAPに対しては、それぞれ、予め出力トルク指令値Td\*が設定されており、アクセルペダルポジションAPが読み込まれると、そのアクセルペダルポジションAPに対応して設定された出力トルク指令値Td\*の値が導き出される。

【0038】次に、導き出された出力トルク（駆動軸22のトルク）指令Td\*と読み込まれた駆動軸22の回転数Ndとから、駆動軸22より出力すべきエネルギーPdを計算（ $Pd = Td * Nd$ ）により求める処理を行なう（ステップS103）。そして、この求めた出力エネルギーPdに基づいて、エンジン50の目標トルクTe\*とエンジンの目標回転数Ne\*を設定する処理を行なう（ステップS104）。ここで、駆動軸22より出力すべきエネルギーPdを全てエンジン50によって供給するものとする、エンジン50の供給するエネルギーはエンジントルクTeとエンジン50の回転数Neとの積に等しいため、出力エネルギーPdとエンジン50の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*との関係は $Pd = Te * Ne$ となる。しかし、かかる関係を満足するエンジン50の目標トルクTe\*、目標回転数Ne\*の組合せは無数に存在する。そこで、本実施例では、エンジン50ができる限り効率の高い状態で動作するように、エンジン50の目標トルクTe\*、目標回転数Ne\*の組合せを設定する。

【0039】次に、設定された目標トルクTe\*に基づいて、クラッチモータ30のトルク指令値Tc\*を設定する処理を行なう（ステップS106）。エンジン50の回転数Neをほぼ一定となるようにするには、クラッ

チモータ30のトルクをエンジン50のトルクと等しくして釣り合わせるようにすれば良い。そこで、ここではクラッチモータ30のトルク指令値 $T_c^*$ をエンジン50の目標トルク $T_e^*$ と等しくなるように設定する。

【0040】こうして、クラッチモータトルク指令値 $T_c^*$ を設定した後(ステップS106)、クラッチモータ30の制御(ステップS108)とアシストモータ40の制御(ステップS110)とエンジン50の制御(ステップS111)を行なう。なお、図示の都合上、クラッチモータ30の制御とアシストモータ40の制御とエンジン50の制御は別々のステップとして記載したが、実際には、これらの制御は総合的に行なわれる。例えば、制御CPU90が割り込み処理を利用して、クラッチモータ30とアシストモータ40の制御を同時に実行すると共に、通信によりEFIECU70に指示を送信して、EFIECU70によりエンジン50の制御も同時に行なわせる。

【0041】クラッチモータ30の制御(図5のステップS108)は、図6に例示するクラッチモータ制御処理によりなされる。この処理が実行されると、制御CP\*20

$$\begin{bmatrix} I_{dc} \\ I_{qc} \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_c - 120) \\ -\cos(\theta_c - 120) \end{bmatrix}$$

【0044】ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d軸及びq軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。次に、2軸の電流値に変換した後、クラッチモータ30におけるトルク指令値 $T_c^*$ から求められる各軸の電流指令値 $I_{dc}^*$ 、 $I_{qc}^*$ と実際各軸に流れた電流 $I_{dc}$ 、 $I_{qc}$ と偏差を求め、各軸の電圧指令値 $V_{dc}$ 、 $V_{qc}$ を求める処理を行なう(ステップS122)。即ち、まず以下の式(2)の演算を行ない、次に次式(3)の演算を行なうのである。

【0045】

【数2】

$$\begin{aligned} \Delta I_{dc} &= I_{dc}^* - I_{dc} \\ \Delta I_{qc} &= I_{qc}^* - I_{qc} \quad \dots (2) \end{aligned}$$

【0046】

【数3】

$$\begin{aligned} V_{dc} &= K_{p1} \cdot \Delta I_{dc} + \Sigma K_{i1} \cdot \Delta I_{dc} \\ V_{qc} &= K_{p2} \cdot \Delta I_{qc} + \Sigma K_{i2} \cdot \Delta I_{qc} \quad \dots (3) \end{aligned}$$

【0047】ここで、 $K_{p1}$ 、 $2$ 及び $K_{i1}$ 、 $2$ は、各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整される。

【0048】ここで、電圧指令値 $V_{dc}$ 、 $V_{qc}$ は、電流指令値 $I^*$ との偏差 $\Delta I$ に比例する部分(上式(3)右辺第1項)と偏差 $\Delta I$ の $i$ 回分の過去の累積分(右辺※50

\*U90は、まず駆動軸22の回転角度 $\theta_d$ をレゾルバ48から読み込む処理が行なわれる(ステップS112)。次に、レゾルバ39からエンジン50のクランクシャフト56の回転角度 $\theta_e$ を入力し(ステップS114)、両軸の相対角度 $\theta_c$ を求める処理を行なう(ステップS116)。即ち、 $\theta_c = \theta_e - \theta_d$ を演算するのである。

【0042】次に、電流検出器95、96により、クラッチモータ30の三相コイル36のU相とV相に流れている電流 $I_{uc}$ 、 $I_{vc}$ を検出する処理を行なう(ステップS118)。電流はU、V、Wの三相に流れているが、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換(三相→二相変換)を行なう(ステップS120)。座標変換は、永久磁石型の同期電動機のd軸、q軸の電流値に変換することであり、次式(1)を演算することにより行なわれる。

【0043】

【数1】

$$\begin{bmatrix} \sin \theta_c \\ \cos \theta_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{uc} \\ I_{vc} \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

※第2項)とから求められる。その後、こうして求めた電圧指令値をステップS142で行なった変換の逆変換に相当する座標変換(二相→三相変換)を行ない(ステップS124)、実際に三相コイル36に印加する電圧 $V_{uc}$ 、 $V_{vc}$ 、 $V_{wc}$ を求める処理を行なう。各電圧は、次式(4)により求める。

【0049】

【数4】

$$\begin{bmatrix} V_{uc} \\ V_{vc} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_c & -\sin \theta_c \\ \cos(\theta_c - 120) & -\sin(\theta_c - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{dc} \\ V_{qc} \end{bmatrix}$$

$$V_{wc} = -V_{uc} - V_{vc} \quad \dots (4)$$

【0050】実際の電圧制御は、第1の駆動回路91のトランジスタTr1乃至Tr6のオンオフ時間によりなされるから、式(4)によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタTr1乃至Tr6のオン時間をPWM制御する(ステップS126)。

【0051】次に、アシストモータ40によるトルク制御(図5のステップS110)について図7および図8に例示するアシストモータ制御処理に基づき説明する。アシストモータ制御処理では、制御CPU90は、まず駆動軸22の回転数 $N_d$ を読み込む処理を行なう(ステップS131)。駆動軸22の回転数は、レゾルバ48から読み込んだ駆動軸22の回転角度 $\theta_d$ から求めることができる。次に、エンジン50の回転数 $N_e$ を読み込む処理を行なう(ステップS132)。エンジン50の回転数 $N_e$ は、レゾルバ39から読み込んだクランクシ

シャフト56の回転角度 $\theta_e$ から求めることもできるし、ディストリビュータ60に設けられた回転数センサ76によっても直接検出することもできる。回転数センサ76を用いる場合には、回転数センサ76に接続されたEFI ECU70から通信により回転数 $N_e$ の情報を受けることになる。

【0052】その後、読み込んだ駆動軸22の回転数 $N_d$ とエンジン50の回転数 $N_e$ とから、両軸の回転数差 $N_c$ を計算( $N_c = N_e - N_d$ )により求める処理を行なう(ステップS133)。次に、クラッチモータ30側で発電される電力を演算する処理を行なう(ステップS134)。即ち、再生される電力(エネルギー) $P_c$ を、

$$P_c = K_{sc} \times N_c \times T_c$$

として演算するのである。ここで、 $T_c$ はクラッチモータ30における実際のトルクであり、 $N_c$ は回転数差であるから、 $N_c \times T_c$ は、図4における領域G1に相当するエネルギーを求めることに相当する。 $K_{sc}$ はクラッチモータ30の発電(再生)の効率である。

【0053】続いてアシストモータ40により付与されるトルク指令値 $T_a^*$ を、

$$T_a^* = k_{sa} \times P_c / N_d$$

として演算する(ステップS135)。尚、 $k_{sa}$ は、アシストモータ40自身の効率である。求めたトルク指令値 $T_a^*$ がアシストモータ40によって付与し得る最大トルク $T_{amax}$ を越えているか否かの判断を行ない(ステップS136)、越えている場合には、最大値に制限する処理を行なう(ステップS138)。

【0054】次に、駆動軸22の回転角度 $\theta_d$ をレゾルバ48を用いて検出し(ステップS140)、更にアシストモータ40の各相電流を電流検出器97、98を用いて検出する処理(ステップS142)を行なう。その後、図8に示すように、クラッチモータ30と同様座標変換(ステップS144)及び電圧指令値 $V_{da}$ 、 $V_{qa}$ の演算を行ない(ステップS146)、更に電圧指令値の逆座標変換(ステップS148)を行なって、アシストモータ40の第2の駆動回路92のトランジスタ $T_{r11}$ 乃至 $T_{r16}$ のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう(ステップS150)。これらの処理は、クラッチモータ30について行なったものと全く同一である。

【0055】次に、エンジン50の制御(ステップS111)について説明する。エンジン50は、図5のステップS104において設定された目標トルク $T_e^*$ および目標回転数 $N_e^*$ の運転ポイントで定常運転状態となるようトルク $T_e$ および回転数 $N_e$ が制御される。実際には、制御CPU90から通信によりEFI ECU70に指示を送信し、燃料噴射量やスロットルバルブ開度を増減して、エンジン50のトルクが目標トルク $T_e^*$ に、回転数が目標回転数 $N_e^*$ になるように徐々に調整

する。

【0056】以上の処理により、クラッチモータ30により所定の効率 $K_{sc}$ で電力に変換されたトルク、即ちエンジン50のクランクシャフト56の回転数とクラッチモータ30のインナロータ34の回転数の偏差に比例してクラッチモータ30で再生された電力により、アシストモータ40において駆動軸22にトルクとして付与することができる。アシストモータ40が駆動軸22に付与するトルクは、クラッチモータ30により電力に変換されたトルクに一致している。この結果、図4において、領域G1のエネルギーを領域G2に移して、トルク変換を行なうことができる。

【0057】実施例の動力伝達装置20は、上述したトルク制御を基本とし、バッテリー94からの放電による高トルク制御や、バッテリー94の充放電を組み込んだトルク制御、バッテリー94からの電力のみによるトルク制御などの様々なパターンのトルク制御がなされる。

【0058】例えば、エンジン50からの出力以上の出力を得たいときには、バッテリー94からの放電による高トルク制御が行なわれる。この制御では、図7のステップS135で求められるトルク指令値 $T_a^*$ に、バッテリー94からの出力分を付加して新たなトルク指令値 $T_a^*$ を設定し、このトルク指令値 $T_a^*$ を用いてステップS136以降の処理を行なう。

【0059】また、バッテリー94の残容量BRMが予め充電を必要とする値として設定した充電開始値BL以下になったときには、バッテリー94の充放電を組み込んだトルク制御のうちの充電制御が行なわれる。この制御では、バッテリー94の充電に必要な充電エネルギー $P_{bi}$ を図5のステップS103で求めた出力エネルギー $P_d$ に加えて新たな出力エネルギー $P_d$ を設定し、この出力エネルギー $P_d$ を用いてステップS104以降の処理を行なうと共に、図7のアシストモータ制御のステップS134で求めたクラッチ電力 $P_c$ から充電エネルギー $P_{bi}$ を減じて新たなクラッチ電力 $P_c$ を設定し、このクラッチ電力 $P_c$ を用いてステップS135以降の処理を行なうことによって、充電エネルギー $P_{bi}$ を見出し、バッテリー94を充電する。バッテリー94の残容量BRMが予め放電を必要とする値として設定した放電開始値BH以上になったときには、バッテリー94の充放電を組み込んだトルク制御のうちの放電制御が行なわれる。この制御では、バッテリー94からの放電エネルギー $P_{bo}$ を図5のステップS103で求めた出力エネルギー $P_d$ から減じて新たな出力エネルギー $P_d$ を設定し、この出力エネルギー $P_d$ を用いてステップS104以降の処理を行なうと共に、図7のアシストモータ制御のステップS134で求めたクラッチ電力 $P_c$ に放電エネルギー $P_{bo}$ を加えて新たなクラッチ電力 $P_c$ を設定し、このクラッチ電力 $P_c$ を用いてステップS135以降の処理を行なうことによって、バッテリー94から放電エネルギー $P_{bo}$ に相当する電力を放電

する。

【0060】また、バッテリー94の残容量BRMが十分あり、エンジン50の運転を停止してバッテリー94からの電力のみで車両を駆動したいときには、バッテリー94からの電力のみによるトルク制御として、図9に例示するエンジン停止時トルク制御処理ルーチンを実行する。

【0061】本ルーチンが実行されると、制御CPU90は、まず、アクセルペダルポジションセンサ65からのアクセルペダルポジションAPを読み込み（ステップS160）。読み込んだアクセルペダルポジションAPに応じた出力トルク指令値Td\*を導出する処理を行なう（ステップS162）。次に、クラッチモータ30のトルク指令値Tc\*に回転トルクTSTをセットする（ステップS164）。この回転トルクTSTは、運転を停止しているエンジン50のクランクシャフト56を所定の回転数で回転させるのに必要なトルクである。このようにクラッチモータ30のトルク指令値Tc\*に回転トルクTSTを設定することによって、エンジン50の運転が停止していても補機を駆動することができる。なお、回転トルクTST（クランクシャフト56の所定の回転数）は、エンジン50の特性やクランクシャフト56Bに直接あるいはベルト102により接続された冷却ポンプ104やP/Sポンプ106等の補機の運転に必要な動力によって定まるものである。実施例では、エンジン50での消費エネルギーを小さくするため、この制御の間は、エンジン50の吸気側および排気側の弁を常時閉として吸気および排気を行わず、圧縮時のエネルギーと膨張時のエネルギーとを相殺するようにしている。

【0062】続いて、アシストモータ40のトルク指令値Ta\*を

$$Ta* = Td* + TST$$

の式により求め（ステップS166）、求めたトルク指令値Ta\*がアシストモータ40によって付与し得る最大トルクTamaxを越えているか否かの判断を行ない（ステップS168）、越えている場合には、最大値に制限する処理を行なう（ステップS170）。

【0063】そして、それぞれ設定されたトルク指令値を用いて、クラッチモータ30の制御（ステップS172）、アシストモータ40の制御（ステップS174）およびエンジン50の制御（ステップS176）を行なう。クラッチモータ30の制御は、図6に示したクラッチモータ制御と同一の処理により行なわれる。ここで、図9のエンジン停止時トルク制御処理ルーチンのステップS164でトルク指令値Tc\*に設定された回転トルクTSTは、上述のエンジン50の出力を駆動軸22に伝達する制御（基本のトルク制御）で設定されるトルク指令値Tc\*と逆向きとなるから、エンジン50の出力を駆動軸22に伝達する向きを正とするば負の値となる。したがって、図6のクラッチモータ制御では、負の値のトルク指令値Tc\*を用いて電圧指令が演算されること

になる。

【0064】アシストモータ40の制御（ステップS174）は、上述の基本のトルク制御で実行される図7および図8に示すアシストモータ制御のうちの図8に示す処理（ステップS140～S150）の処理を行なう。これは、エンジン停止時トルク制御処理ルーチンのステップS166～S170でトルク指令値Ta\*を設定してるから、設定後の処理のみを行なえばよいからである。

【0065】エンジン制御（ステップS176）では、エンジン50の運転を停止した状態を保つと共に、上述したようにクランクシャフト56の回転に拘わらず吸気側および排気側の弁を常時閉とする。

【0066】以上説明した実施例の動力伝達装置20によれば、エンジン50の運転を停止してもクランクシャフト56を回転させるから、クランクシャフト56Bに接続した冷却ポンプ104やP/Sポンプ106等の補機を駆動することができる。しかも、出力トルク指令値Td\*にクランクシャフト56を所定の回転数で回転させるのに用いられる回転トルクTSTを加えてアシストモータ40のトルク指令値Ta\*とするから、運転者は、クランクシャフト56を回転させることによるトルクの低下を感じることがなく、アクセルペダル64の踏込量に応じたトルクとすることができる。さらに、エンジン50の運転を停止している間は、エンジン50の吸気側および排気側の弁を閉としてエンジン50でのエネルギー消費を小さくすることができる。

【0067】なお、実施例の動力伝達装置20では、クラッチモータ30のトルク指令値Tc\*にクランクシャフト56が所定の回転数で回転するのに必要な回転トルクTSTをセットし、クラッチモータ30によりクランクシャフト56に回転トルクを作用させるものとしたが、エンジン50のクランクシャフト56の回転数Neを検出し、この回転数Neが所定の回転数となるようクラッチモータ30のトルクTcをフィードバック制御するものとしてもよい。この場合、クラッチモータ30のトルク指令値Tc\*には所定値としての回転トルクTSTの設定は行なわれず、所定の回転数と回転数Neとの偏差に制御ゲインを乗じて算出されるトルクの変化量ΔTcが前回のトルク指令値Tc\*に加えられて新たなトルク指令値Tc\*が設定されることになる。

【0068】また、実施例の動力伝達装置20では、エンジン50の停止時にアシストモータ40のトルク指令値Ta\*を出力トルク指令値Td\*に回転トルクTSTを加えて求めたが、出力トルク指令値Td\*をそのままトルク指令値Ta\*として設定するものや、出力トルク指令値Td\*に回転トルクTSTとは異なるトルク値を加えてトルク指令値Ta\*とするものとしても差し支えない。

【0069】実施例の動力伝達装置20では、エンジン

50の停止時のトルク制御を行なっている間は、エンジン50の吸気側および排気側の弁を閉としたが、共に開とするものや、クランクシャフト56の回転に伴って開け閉めするものとしても差し支えない。共に開とする構成では、圧縮や膨張は行なわれないからトルクの脈動を低減することができる。

【0070】次に本発明の第2の実施例の動力伝達装置20Bについて説明する。図10は、第2実施例の動力伝達装置20Bの構成の概略を例示する構成図である。図示するように、第2実施例の動力伝達装置20Bは、アシストモータ40Bがエンジン50とクラッチモータ30Bとの間のクランクシャフト56に取り付けられている点を除いて第1実施例の動力伝達装置20の構成と同一の構成をしている。したがって、第2実施例の動力伝達装置20Bの構成のうち第1実施例の動力伝達装置20と同一の構成については同一の符号を付し、その説明は省略する。なお、明示しない限り第1実施例の説明の際に用いた符号はそのまま同じ意味で用いる。

【0071】第2実施例の動力伝達装置20Bでは次のように動作する。今、エンジン50がトルク $T_e$ 、回転数 $N_e$ の運転ポイントで運転しているとする。クランクシャフト56に取り付けられたアシストモータ40によりクランクシャフト56にトルク $T_a$ を付加すれば、クランクシャフト56には $T_e + T_a$ のトルクが作用する。そこで、クラッチモータ30Bのトルク $T_c$ を $T_e + T_a$ として制御すれば、駆動軸22にこのトルク $T_c$  ( $T_e + T_a$ ) が伝達される。このときクラッチモータ30Bでは、エンジン50の回転数 $N_e$ と駆動軸22の回転数 $N_d$ との偏差に基づく電力が再生されるから、この再生電力を電源ラインP1、P2を介して駆動回路92に供給すれば、アシストモータ40Bは、この再生電力により駆動する。従って、アシストモータ40Bのトルク $T_a$ をクラッチモータ30Bにより再生される電力により丁度賄える値に設定すれば、

$$T_e \times N_e = T_c \times N_d$$

の関係が成り立つ範囲内でエンジン50からの出力を自由にトルク変換することができる。なお、上述の関係は、効率が100%のときの理想状態であるから、実際には、 $T_c \times N_d$ の方が若干小さくなる。こうした制御は、具体的には図11に例示するトルク制御処理によりなされる。

【0072】このトルク制御処理が実行されると、制御CPU90は、まず図5のステップS100ないしS104と同一の処理であるステップS200ないしS208を実行する。即ち駆動軸22の回転数 $N_d$ とアクセルペダルポジションAPとを読み込み（ステップS200、S202）、読み込まれたアクセルペダルポジションAPに応じた出力トルク指令値 $T_d^*$ を求め（ステップS204）、求めた出力トルク指令値 $T_d^*$ と読み込んだ駆動軸22の回転数 $N_d$ とから、駆動軸22より出

力すべきエネルギー $P_d$ を計算すると共に（ステップS206）。エンジン50の目標トルク $T_e^*$ 、目標回転数 $N_e^*$ を設定する処理を行なう（ステップS208）。

【0073】そして、アシストモータ40Bのトルク指令値 $T_a^*$ を、

$$T_a^* = K_{sc} \times (T_d^* - T_e^*)$$

として演算し（ステップS210）、クラッチモータ30Bのトルク指令値 $T_c^*$ を、

$$T_c^* = T_e^* + T_a^*$$

10 として求める（ステップS212）。

【0074】こうして求めた各指令値を用いてクラッチモータ30Bの制御（ステップS214）、アシストモータ40Bの制御（ステップS216）およびエンジン50の制御（ステップS217）を行なう。なお、ステップS214のクラッチモータ30の制御は図6のクラッチモータ制御と、ステップS216のアシストモータ40の制御は図7および図8のアシストモータ制御の処理のうちステップS140以降の処理と、ステップS217のエンジン50の制御は第1実施例で説明したエンジン制御とそれぞれ同一である。したがって、これらの制御の詳細な説明は省略する。

【0075】こうした第2実施例の動力伝達装置20Bでもこのトルク制御を基本とし、バッテリー94からの放電による高トルク制御や、バッテリー94の充電を組み合わせ込んだトルク制御、バッテリー94からの電力のみによるトルク制御などの様々なパターンのトルク制御がなされる。以下に、エンジン50を停止し、バッテリー94からの電力のみによって車両を駆動する際のトルク制御について図12に例示するエンジン停止時トルク制御処理ルーチンに基づき説明する。

【0076】本ルーチンが実行されると、制御CPU90は、まずアクセルペダルポジションセンサ65からのアクセルペダルポジションAPを読み込み（ステップS220）、読み込んだアクセルペダルポジションAPに応じた出力トルク指令値 $T_d^*$ を導出する（ステップS222）。次に、出力トルク指令値 $T_d^*$ に回転トルクTSTを加えてアシストモータ40Bのトルク指令値 $T_a^*$ を設定し（ステップS224）、設定したトルク指令値 $T_a^*$ がアシストモータ40Bによって付与し得る最大トルク $T_{amax}$ を越えているか否かの判断を行ない（ステップS226）、越えている場合には、最大値に制限する処理を行なう（ステップS228）。続いて、アシストモータ40Bのトルク指令値 $T_a^*$ から回転トルクTSTを減じてクラッチモータ30Bのトルク指令値 $T_c^*$ を設定する（ステップS230）。したがって、ステップS226でトルク指令値 $T_a^*$ が最大トルク $T_{amax}$ を越えていない場合には、トルク指令値 $T_c^*$ には出力トルク指令値 $T_d^*$ が設定されることになる。

【0077】そして、それぞれ設定されたトルク指令値を用いて、クラッチモータ30Bの制御（ステップS2

32), アシストモータ40Bの制御(ステップS234)およびエンジン50の制御(ステップS236)を行なう。クラッチモータ30Bの制御, アシストモータ40Bの制御およびエンジン50の制御は、第1実施例のエンジン停止時トルク制御処理ルーチンのステップS172, S174およびS176と同一であるから、その説明は省略する。

【0078】ここで、クラッチモータ30Bのトルク指令値 $T_{c*}$ とアシストモータ40Bのトルク指令値 $T_{a*}$ とにトルク偏差(回転トルクTST)を持たせて各モータを制御することにより、運転を停止しているエンジン50のクランクシャフト56の回転数は上昇するが、クランクシャフト56Bに直接にまたはベルト102により冷却ポンプ104やP/Sポンプ106等の補機が接続されているから、クランクシャフト56は、回転トルクTSTに対応するエネルギーがエンジン50のピストン運動により消費されるエネルギーと補機の駆動により消費されるエネルギーとを加えたエネルギーに等しくなる回転数で回転することになる。

【0079】以上説明した第2実施例の動力伝達装置20Bによれば、エンジン50の運転を停止してもクランクシャフト56を回転させるから、クランクシャフト56Bに接続した冷却ポンプ104やP/Sポンプ106等の補機を駆動することができる。しかも、出力トルク指令値 $T_{d*}$ にクランクシャフト56を所定の回転数で回転させるのに用いられる回転トルクTSTを加えてアシストモータ40Bのトルク指令値 $T_{a*}$ とし、通常は、トルク指令値 $T_{c*}$ に出力トルク指令値 $T_{d*}$ を設定するから、運転者は、クランクシャフト56を回転させることによるトルクの低下を感じる事がなく、アクセルペダル64の踏込量に応じたトルクとすることができる。さらに、エンジン50の運転を停止している間は、エンジン50の吸気側および排気側の弁を閉としてエンジン50でのエネルギー消費を小さくすることができる。

【0080】第2実施例の動力伝達装置20Bでは、アシストモータ40Bをエンジン50とクラッチモータ30Bとの間のクランクシャフト56に取り付けたが、図13に例示する動力伝達装置20Cのように、アシストモータ40Cをエンジン50を挟んでクラッチモータ30Cと対峙するようにクランクシャフト56を延出して取り付けるものとしてもよい。なお、この場合、冷却ポンプ104やP/Sポンプ106等の補機は、延出したクランクシャフト56を更に延出してクランクシャフト56Bとして、これに取り付けられればよい。

【0081】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【0082】例えば、図1に示した動力伝達装置20を4輪駆動車(4WD)に適用した場合は、図14に示す

ごとくになる。図14に示す構成では、駆動軸22に機械的に結合していたアシストモータ40を駆動軸22より分離して、車両の後輪部に独立して配置し、このアシストモータ40によって後輪部の駆動輪27, 29を駆動する。一方、駆動軸22の先端はギヤ23を介してディファレンシャルギヤ24に結合されており、この駆動軸22によって前輪部の駆動輪26, 28を駆動する。このような構成の下においても、前述した第1実施例を実現することは可能である。

【0083】この場合、バッテリー94からの電力のみでの車両のを駆動は、ギヤ23により駆動軸22とディファレンシャルギヤ24との結合を解除して車輪26, 28を遊動輪とすると共に、アシストモータ40により駆動輪27, 29を駆動させることにより行なう。そして、駆動軸22をロック状態とするロック機構108により駆動軸22をロック状態とし、クラッチモータ30のトルク指令値 $T_{c*}$ に回転トルクTSTを設定してクランクシャフト56を回転させる。この場合、アシストモータ40は、駆動軸22から分離されているから、クラッチモータ30からの回転トルクTSTの作用に対応してアシストモータ40のトルク指令値 $T_{a*}$ を変化させる必要はない。

【0084】ところで、上述した各実施例では、エンジン50としてガソリンにより運転されるガソリンエンジンを用いたが、その他に、ディーゼルエンジンや、タービンエンジンや、ジェットエンジンなど各種の内燃あるいは外燃機関を用いることもできる。

【0085】また、実施例では、クラッチモータ30及びアシストモータ40としてPM形(永久磁石形; Permanent Magnet type)同期電動機を用いていたが、回生動作及び力行動作を行なわせるのであれば、その他にも、VR形(可変リラクタンス形; Variable Reluctance type)同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0086】さらに、実施例では、クラッチモータ30に対する電力の伝達手段として回転トランス38を用いたが、その他、スリップリングーブラシ接触、スリップリングー水銀接触、或いは磁気エネルギーの半導体カップリング等を用いることもできる。

【0087】あるいは、実施例では、第1および第2の駆動回路91, 92としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT(絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ; Insulated Gate Bipolar mode Transistor)インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM(パルス幅変調; Pulse Width Modulation)インバータや、方形波インバータ(電圧形インバータ, 電流形インバータ)や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0088】また、バッテリー94としては、Pbバッテ

リ、NiMH バッテリ、Li バッテリなどを用いることができるが、バッテリ 9 4 に代えてキャパシタを用いることもできる。

【0089】以上の各実施例では、動力伝達装置を車両に搭載する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、船舶、航空機などの交通手段や、その他各種産業機械などに搭載することも可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例としての動力伝達装置 2 10 の概略構成を示す構成図である。

【図 2】図 1 の動力伝達装置 2 0 を構成するクラッチモータ 3 0 及びアシストモータ 4 0 の構造を示す断面図である。

【図 3】図 1 の動力伝達装置 2 0 を組み込んだ車両のエンジン 5 0 を含む概略構成を示す構成図である。

【図 4】動力伝達装置 2 0 の動作原理を説明するためのグラフである。

【図 5】制御装置 8 0 により実行されるトルク制御処理の一例を示すフローチャートである。

【図 6】制御装置 8 0 により実行されるクラッチモータ 3 0 の制御の基本的な処理を例示するフローチャートである。

【図 7】制御装置 8 0 により実行されるアシストモータ 4 0 の制御の基本的な処理の前半部分を例示するフローチャートである。

【図 8】制御装置 8 0 により実行されるアシストモータ 4 0 の制御の基本的な処理の後半部分を例示するフローチャートである。

【図 9】制御装置 8 0 により実行されるエンジン停止時トルク制御処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 10】第 2 実施例の動力伝達装置 2 0 B の概略構成を示す構成図である。

【図 11】第 2 実施例の制御装置 8 0 により実行されるトルク制御処理の一例を示すフローチャートである。

【図 12】第 2 実施例の制御装置 8 0 により実行されるエンジン停止時トルク制御処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図 13】第 2 実施例の動力伝達装置 2 0 B の変形例である動力伝達装置 2 0 C の構成の概略を例示する構成図である。

【図 14】図 1 に示した実施例の動力伝達装置 2 0 を 4 輪駆動車に適用した場合の構成を示す構成図である。

#### 【符号の説明】

2 0 … 動力伝達装置  
2 0 B … 動力伝達装置  
2 0 C … 動力伝達装置  
2 2 … 駆動軸  
2 3 … ギヤ

2 4 … ディファレンシャルギヤ

2 6, 2 8 … 駆動輪

2 7, 2 9 … 駆動輪

3 0 … クラッチモータ

3 0 B … クラッチモータ

3 0 C … クラッチモータ

3 2 … アウタロータ

3 4 … インナロータ

3 5 … 永久磁石

3 6 … 三相コイル

3 7 A, 3 7 B … ベアリング

3 8 … 回転トランス

3 8 A … 一次巻線

3 8 B … 二次巻線

3 9 … レゾルバ

4 0 … アシストモータ

4 0 B … アシストモータ

4 0 C … アシストモータ

4 2 … ロータ

20 4 3 … ステータ

4 4 … 三相コイル

4 5 … ケース

4 6 … 永久磁石

4 8 … レゾルバ

4 9 … ベアリング

5 0 … エンジン

5 1 … 燃料噴射弁

5 2 … 燃焼室

5 4 … ピストン

30 5 6 … クランクシャフト

5 6 B … クランクシャフト

5 7 … ホイール

5 8 … イグナイタ

5 9 a … 圧入ピン

5 9 b … ネジ

6 0 … ディストリビュータ

6 2 … 点火プラグ

6 4 … アクセルペダル

6 5 … アクセルペダルポジションセンサ

6 6 … スロットルバルブ

6 7 … スロットルバルブポジションセンサ

6 8 … アクチュエータ

7 0 … E F I E C U

7 2 … 吸気管負圧センサ

7 4 … 水温センサ

7 6 … 回転数センサ

7 8 … 回転角度センサ

7 9 … スタータスイッチ

8 0 … 制御装置

50 8 2 … シフトレバー

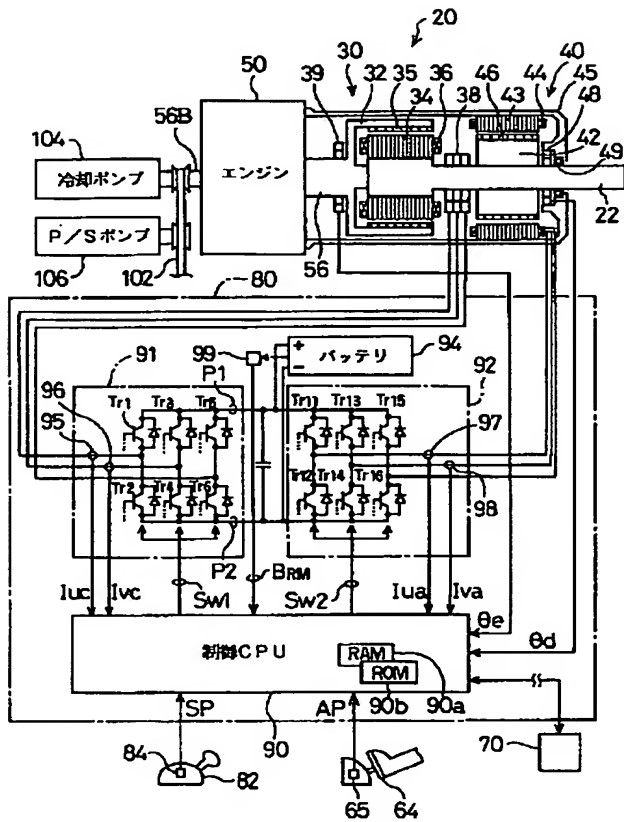


25

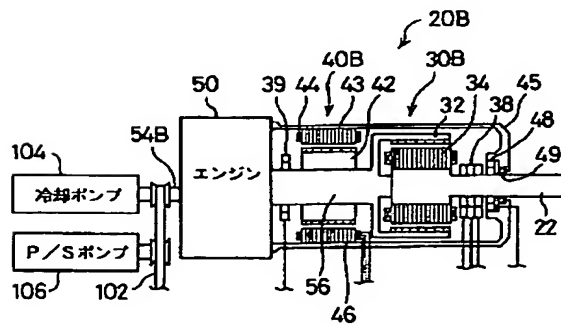
84…シフトポジションセンサ  
90…制御CPU  
90a…RAM  
90b…ROM  
91, 92…駆動回路  
94…バッテリー  
95, 96…電流検出器

\*

【図1】



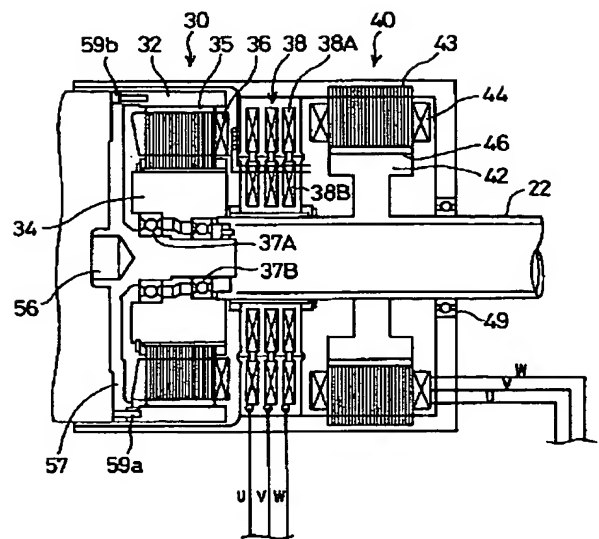
【図10】



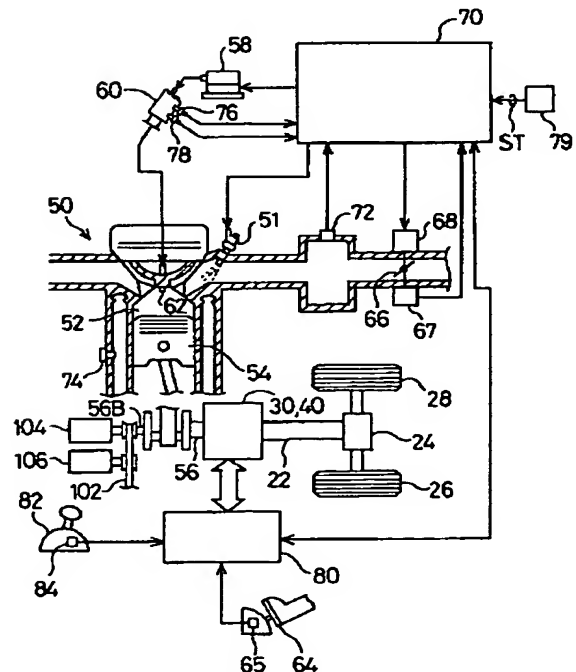
26

\* 97, 98…電流検出器  
99…残容量検出器  
102…ベルト  
104…冷却ポンプ  
106…P/Sポンプ  
108…ロック機構

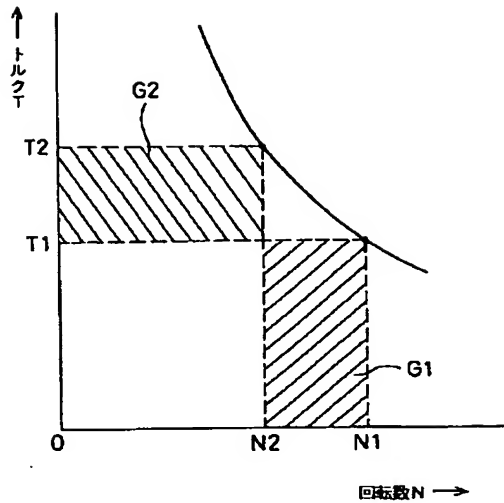
【図2】



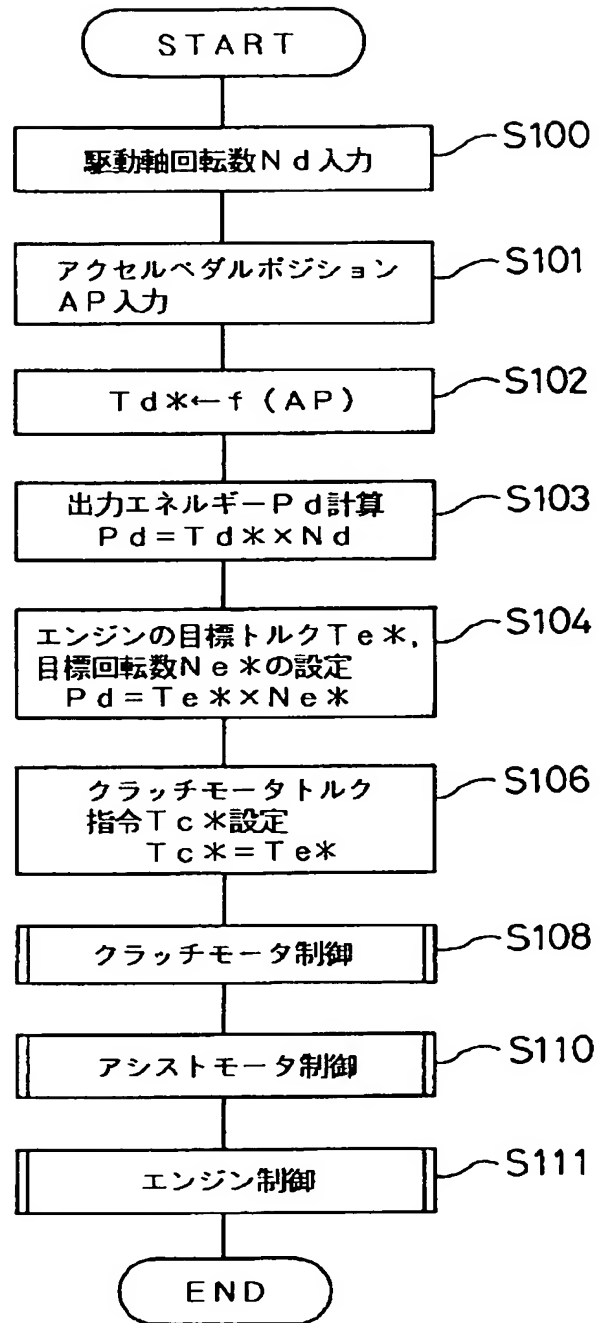
【図3】



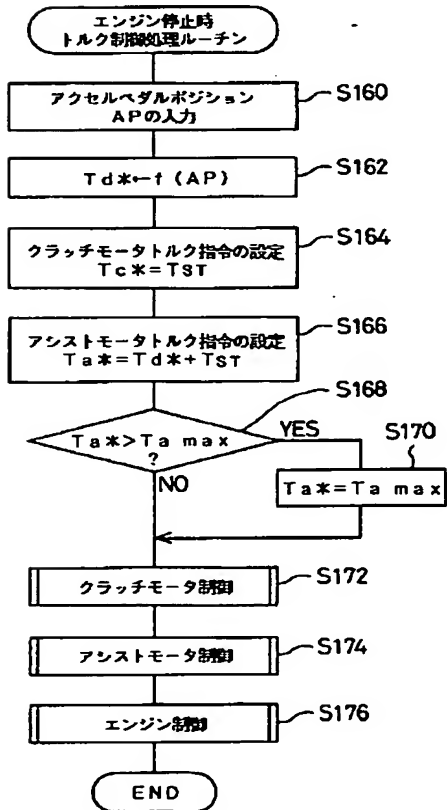
【図4】



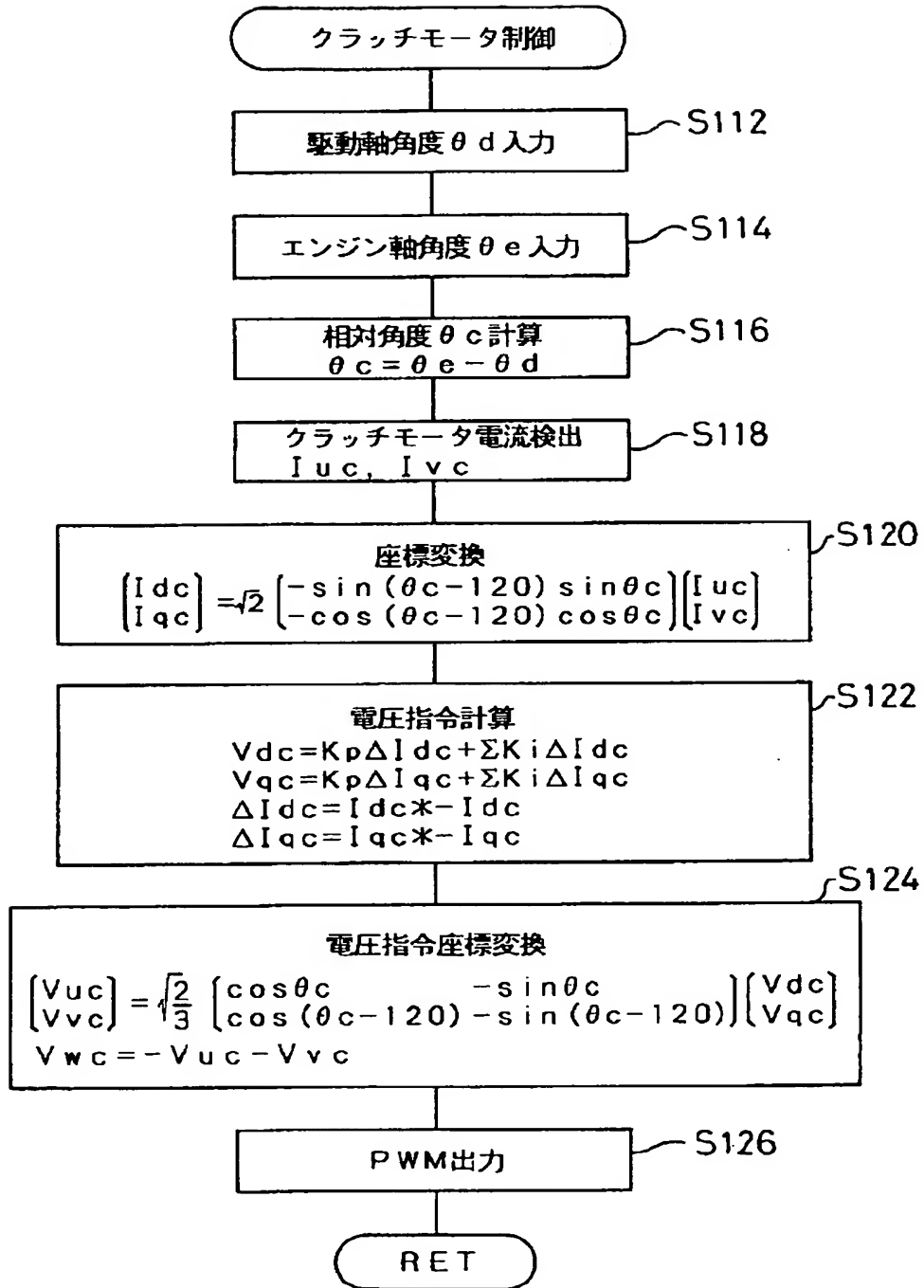
【図5】



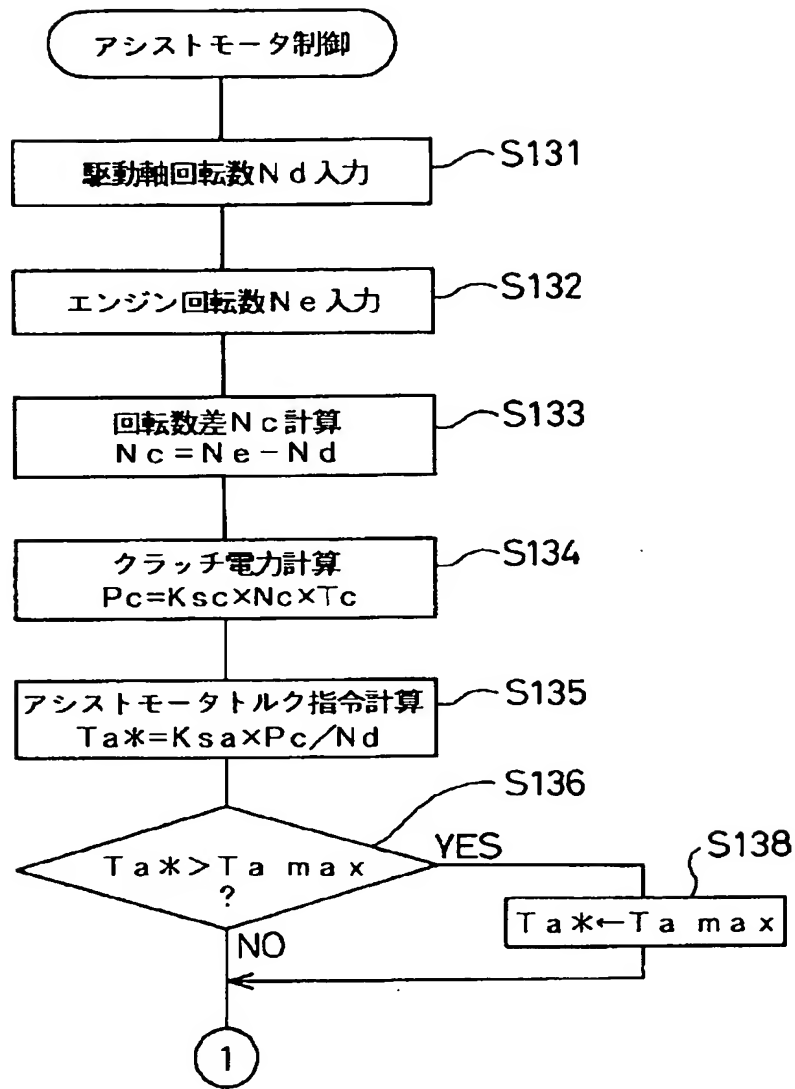
【図9】



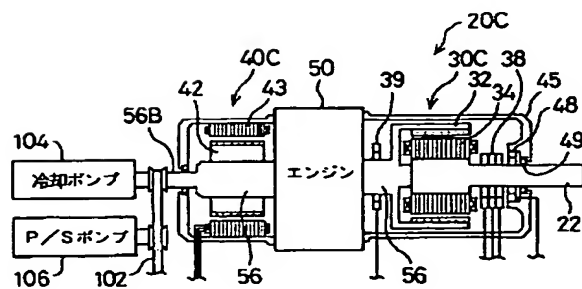
【図6】



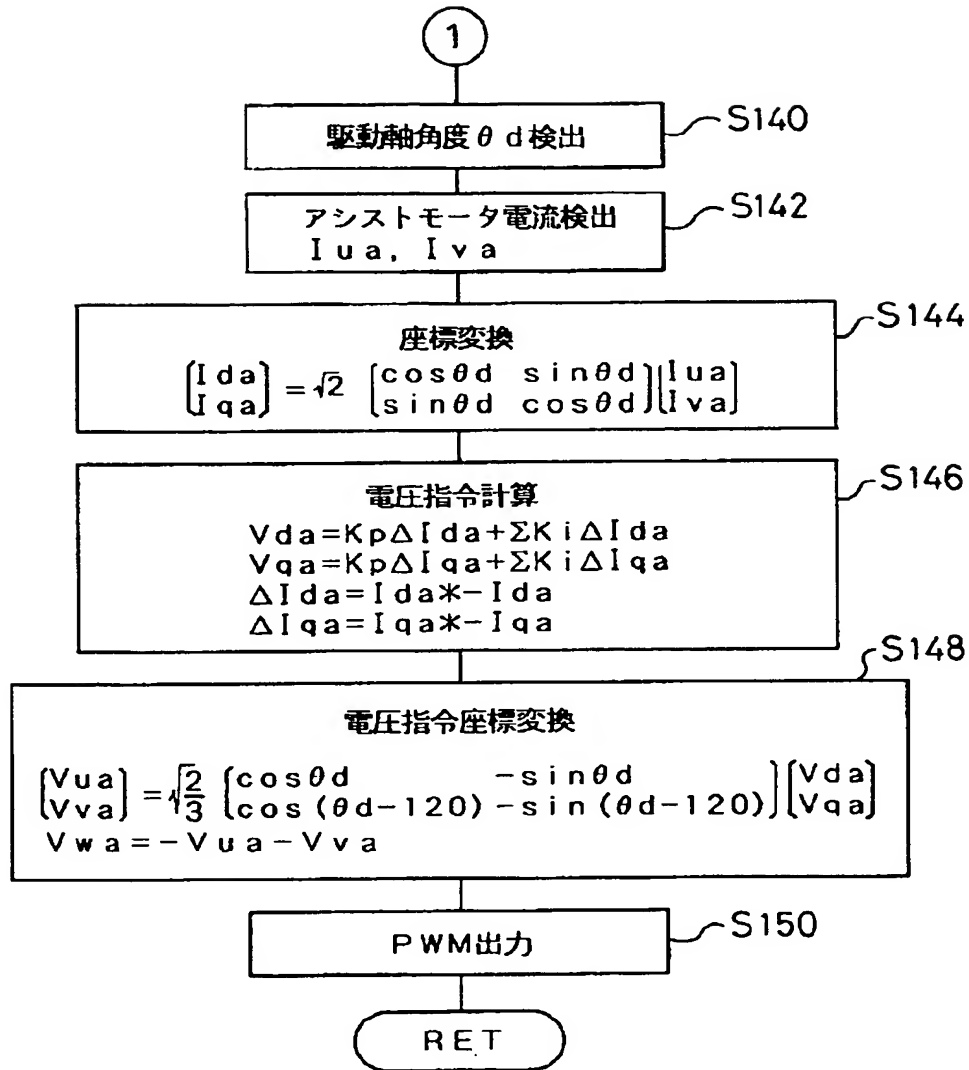
【図 7】



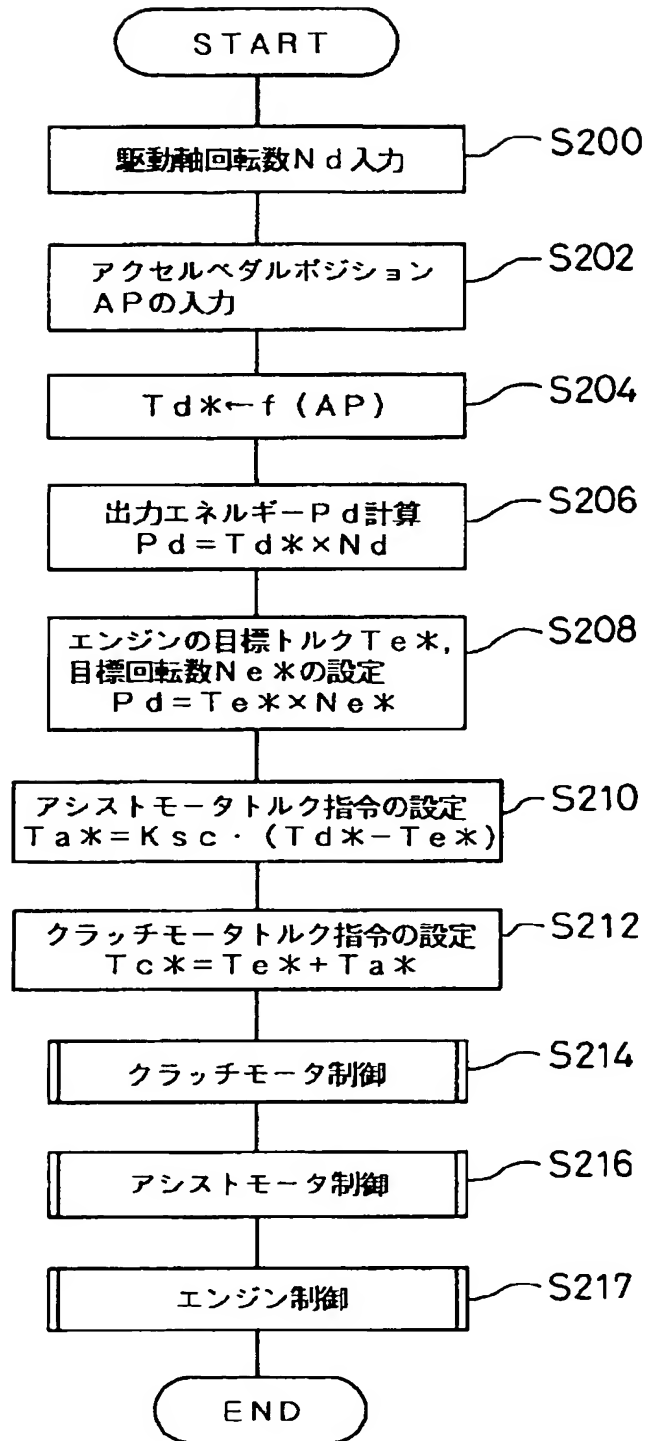
【図 13】



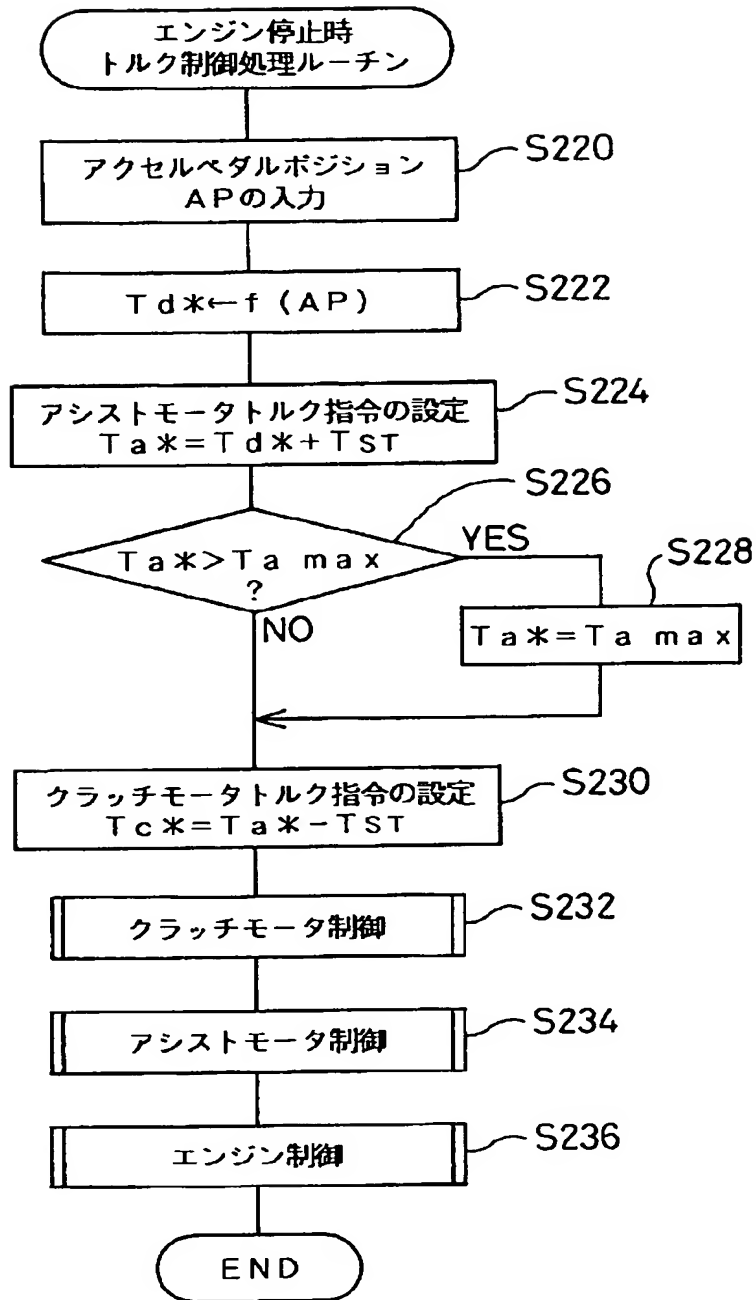
【図8】



【図11】

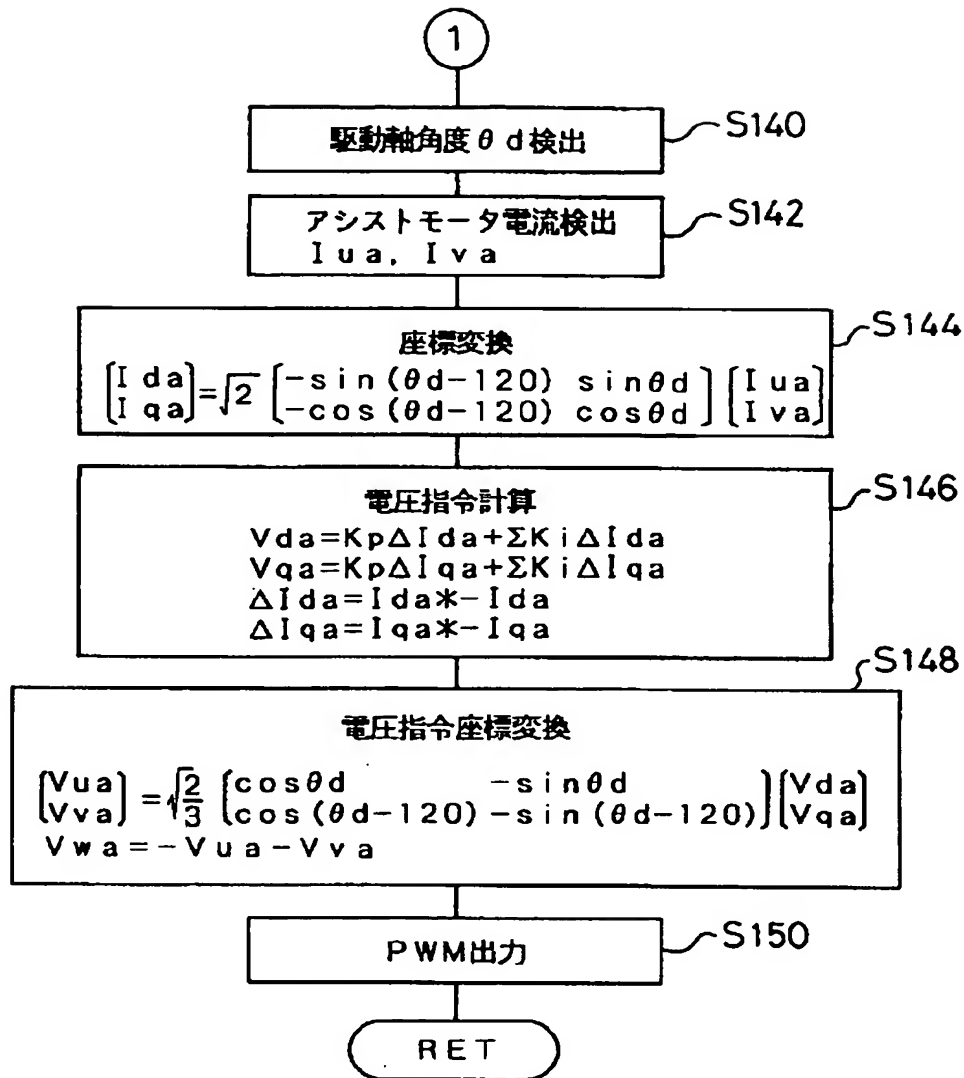


【図12】





【図8】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-047094

(43)Date of publication of application : 14.02.1997

BEST AVAILABLE COPY

(51)Int.Cl.

H02P 15/00  
H02K 7/11

(21)Application number : 07-269241

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 22.09.1995

(72)Inventor : YAMADA EIJI

KAWABATA YASUMI  
MIYATANI TAKAO

(30)Priority

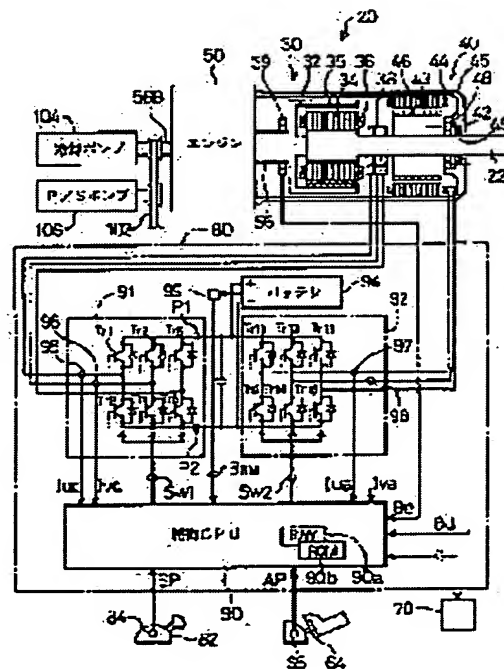
Priority number : 07145575 Priority date : 19.05.1995 Priority country : JP

## (54) POWER TRANSMISSION AND ITS CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a power for driving auxiliary machinery coupled with the output shaft of a prime mover even during stoppage of operation.

SOLUTION: A power transmission 20 coupled with the crankshaft 56 of an engine 50 is provided with a clutch motor 30 and an assist motor 40 and controlled through a controller 80. The crankshaft 56B of engine 50 is coupled, directly or through a belt 102, with auxiliary machinery, e.g. a cooling pump 104, a P/S pump 106, etc., being driven through rotation of the crankshaft 56. When the operation of engine 50 is stopped and the drive shaft 22 is driven through the assist motor 40 using power stored in a battery 94, a rotary torque TST is applied to the crankshaft 56 from the clutch motor 30 such that the crankshaft 56 rotates at a predetermined r.p.m. Consequently, the crankshaft 56 is rotated to produce a power for driving the auxiliary machinery.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.07.1998  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number] 3063592  
[Date of registration] 12.05.2000  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The prime mover which has an output shaft and is made to rotate this output shaft, and the 1st Rota combined with the output shaft of said prime mover, The 1st motor which uses as the output shaft of torque the revolving shaft which combines with this 1st Rota electromagnetic, has the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota, and is combined with this 2nd Rota, While controlling extent of electromagnetic association between said 1st and 2nd Rota in said 1st motor The power according to the slipping rotation produced between said 1st Rota and 2nd Rota The 1st motor drive circuit which can be revived with said 1st motor, The 2nd motor which uses as the output shaft of torque the revolving shaft which has the 3rd Rota combined with the 2nd Rota of said 1st motor, and is combined with this 3rd Rota, While conserving the power revived from said 1st motor through the 2nd motor drive circuit which drives this 2nd motor, and said 1st motor drive circuit The rechargeable battery which can supply power to said 1st and 2nd motor which corresponds through said 1st and/or 2nd motor drive circuit, When it is a transmission equipped with the auxiliary machinery which it is combined with the output shaft of said prime mover, and is driven with the power from this output shaft and operation of said prime mover is suspended, A transmission equipped with the auxiliary machinery drive control means which controls said 1st motor drive circuit to rotate the output shaft of said prime mover with said 1st motor, and to drive said auxiliary machinery using the power stored in said rechargeable battery.

[Claim 2] Said auxiliary machinery drive control means is a transmission according to claim 1 which is a means to control the torque outputted to the revolving shaft combined with this 3rd Rota from said 2nd motor so that fluctuation of the torque produced in the revolving shaft combined with said 3rd Rota might be reduced by rotating the output shaft of said prime mover.

[Claim 3] Said auxiliary machinery drive control means is a transmission according to claim 2 which is a means to control said 2nd motor drive circuit so that the torque which rotates the output shaft of said prime mover with said 1st motor, and the torque of abbreviation identitas are added to the torque outputted to the revolving shaft combined with said 3rd Rota by said 2nd motor.

[Claim 4] The prime mover which has an output shaft and is made to rotate this output shaft, and the 1st Rota combined with the output shaft of said prime mover, The 1st motor which uses as the output shaft of torque the revolving shaft which combines with this 1st Rota electromagnetic, has the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota, and is combined with this 2nd Rota, While controlling extent of electromagnetic association between said 1st and 2nd Rota in said 1st motor The power according to the slipping rotation produced between said 1st Rota and 2nd Rota The 1st motor drive circuit which can be revived with said 1st motor, The 2nd motor which uses as the output shaft of torque the output shaft of this prime mover that has the 3rd Rota combined with the output shaft of said prime mover, and is combined with this 3rd Rota, While conserving the power revived from said 1st motor through the 2nd motor drive circuit which drives this 2nd motor, and said 1st motor drive circuit The rechargeable battery which can supply power to said 1st and 2nd motor which corresponds through said 1st and/or 2nd motor drive circuit, When it is a transmission equipped with the auxiliary machinery which it is combined with the output shaft of said prime mover, and is driven with the power from this output shaft and operation of said prime mover is suspended, A transmission equipped with the auxiliary machinery drive control means which controls said 2nd motor drive circuit to rotate the output shaft of said prime mover with said 2nd motor, and to drive

said auxiliary machinery using the power stored in said rechargeable battery.

[Claim 5] The prime mover which has an output shaft and is made to rotate this output shaft, and the 1st Rota combined with the output shaft of said prime mover, The 1st motor which uses as the output shaft of torque the revolving shaft which combines with this 1st Rota electromagnetic, has the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota, and is combined with this 2nd Rota, While controlling extent of electromagnetic association between said 1st and 2nd Rota in said 1st motor The power according to the slipping rotation produced between said 1st Rota and 2nd Rota The 1st motor drive circuit which can be revived with said 1st motor, The 2nd motor which uses as the output shaft of torque the revolving shaft which has the 3rd Rota combined with the 2nd Rota of said 1st motor, and is combined with this 3rd Rota, While conserving the power revived from said 1st motor through the 2nd motor drive circuit which drives this 2nd motor, and said 1st motor drive circuit The rechargeable battery which can supply power to said 1st and 2nd motor which corresponds through said 1st and/or 2nd motor drive circuit, When it is the control approach of a transmission equipped with the auxiliary machinery which it is combined with the output shaft of said prime mover, and is driven with the power from this output shaft and operation of said prime mover is suspended, The control approach of the transmission which controls said 1st motor drive circuit to rotate the output shaft of said prime mover with said 1st motor, and to drive said auxiliary machinery using the power stored in said rechargeable battery.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the transmission which transmits or uses efficiently the power obtained from a prime mover, and its control approach in detail about a transmission and its control approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as this kind of a transmission, it is equipment carried in a car, and the thing equipped with the magnetic coupling which combines the driving shaft combined with the output shaft of a prime mover and Rota of a motor electromagnetic is proposed (for example, JP,53-133814,A etc.). This transmission transmits the power of a prime mover to a revolving shaft by adding torque to a driving shaft with a motor using the regeneration power obtained by slipping in a magnetic coupling while transmitting the torque outputted to an output shaft from a prime mover to a driving shaft by electromagnetic association by the magnetic coupling.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the car carrying such an above-mentioned transmission, although it is unnecessary to auxiliary machinery (for example, pump made to circulate through cooling water, such as a prime mover) and a transmission required for a transmission, the power of auxiliary machinery (for example, the pump for power steering, the pump for air-conditioners, etc.) required to operate a car has been obtained from rotation of the output shaft of a prime mover with the power from a dc-battery. Among these, by the type which obtains the power of auxiliary machinery from a dc-battery, since a dc-battery is charged by the regeneration power obtained by slipping avoided to a magnetic coupling while producing the problem of becoming large because of supply of a dc-battery of the power to auxiliary machinery, and the operation effectiveness, charging efficiency, and discharge effectiveness of a magnetic coupling can take advantaging, the problem that the energy efficiency as the whole becomes low is also produced.

[0004] Since mechanical energy is used as it is, a problem like the type obtained from the dc-battery mentioned above is not produced by the type which obtains the power of auxiliary machinery from the output shaft of a prime mover directly, for example, the type which combines with the output shaft of a prime mover mechanically, and obtains power on the turning effort. However, by the type which obtains the power of such auxiliary machinery from the output shaft of a prime mover directly, when suspending operation of a prime mover and operating a car only under the power by the power from a dc-battery, since the output shaft of a prime mover does not rotate, it cannot obtain power of auxiliary machinery.

[0005] The transmission and its control approach of this invention solve such a problem, and even when suspending operation of a prime mover and operating a car only under the power by the power from a dc-battery, they aim at obtaining the power of auxiliary machinery from the output shaft of a prime mover, while transmitting or using the power obtained from the prime mover efficient.

[0006]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] The prime mover which the 1st transmission of this invention has an output shaft, and is made to rotate this output shaft, Combine with the 1st Rota combined with the output shaft of said prime mover, and this 1st



Rota electromagnetic, and it has the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota. While controlling extent of electromagnetic association between said 1st and 2nd Rota in the 1st motor which uses as the output shaft of torque the revolving shaft combined with this 2nd Rota, and said 1st motor The power according to the slipping rotation produced between said 1st Rota and 2nd Rota The 1st motor drive circuit which can be revived with said 1st motor, The 2nd motor which uses as the output shaft of torque the revolving shaft which has the 3rd Rota combined with the 2nd Rota of said 1st motor, and is combined with this 3rd Rota, While conserving the power revived from said 1st motor through the 2nd motor drive circuit which drives this 2nd motor, and said 1st motor drive circuit The rechargeable battery which can supply power to said 1st and 2nd motor which corresponds through said 1st and/or 2nd motor drive circuit, When it is a transmission equipped with the auxiliary machinery which it is combined with the output shaft of said prime mover, and is driven with the power from this output shaft and operation of said prime mover is suspended, Let it be a summary to have the auxiliary machinery drive control means which controls said 1st motor drive circuit to rotate the output shaft of said prime mover with said 1st motor, and to drive said auxiliary machinery using the power stored in said rechargeable battery.

[0007] This 1st transmission transmits the power of the prime mover made to rotate an output shaft to the revolving shaft combined with the 2nd Rota by the 1st motor's combining with the 1st Rota combined with the output shaft of a prime mover, and this 1st Rota electromagnetic, and controlling it by the 1st motor drive circuit in extent of electromagnetic association between the 2nd pivotable Rota relatively to the 1st Rota. The 2nd motor adjusts the power transmitted to the revolving shaft combined with the 3rd Rota through the 3rd Rota combined with the 2nd Rota of the 1st motor by the 1st motor, when drive control is carried out by the 2nd motor drive circuit. A rechargeable battery conserves the power revived from the 1st motor through the 1st motor drive circuit, and supplies power to the 1st and 2nd motor which corresponds through the 1st and/or 2nd motor drive circuit if needed. And auxiliary machinery is driven with the power from the output shaft of a prime mover.

[0008] If operation of a prime mover is suspended in the case of transfer of such power, an auxiliary machinery drive control means will control the 1st motor drive circuit to rotate the output shaft of a prime mover with the 1st motor, and to drive auxiliary machinery using the power stored in the rechargeable battery.

[0009] According to this 1st transmission, a part of output of a prime mover is outputted as torque as it is, a part is changed into power as slipping of the 1st motor, power is efficiently transmitted as a whole by operating the 2nd motor with this power, and the outstanding effectiveness that conversion of torque is realizable is done so. And even if operation of a prime mover is suspended, the 1st motor is driven using the power stored in the rechargeable battery, the output shaft of a prime mover can be rotated and auxiliary machinery can be driven.

[0010] In this 1st transmission, said auxiliary machinery drive control means shall be a means to control the torque outputted to the revolving shaft combined with this 3rd Rota from said 2nd motor so that fluctuation of the torque produced in the revolving shaft combined with said 3rd Rota might be reduced, by rotating the output shaft of said prime mover. If it carries out like this, fluctuation of the torque of the revolving shaft combined with the 3rd Rota can be reduced. Said especially auxiliary machinery drive control means can lose most fluctuation of the thing which is a means to control said 2nd motor drive circuit so that the torque which rotates the output shaft of said prime mover with said 1st motor, and the torque of abbreviation identitas are added to the torque outputted to the revolving shaft combined with said 3rd Rota by said 2nd motor, then torque.

[0011] The prime mover which the 2nd transmission of this invention has an output shaft, and is made to rotate this output shaft, Combine with the 1st Rota combined with the output shaft of said prime mover, and this 1st Rota electromagnetic, and it has the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota. While controlling extent of electromagnetic association between said 1st and 2nd Rota in the 1st motor which uses as the output shaft of torque the revolving shaft combined with this 2nd Rota, and said 1st motor The power according to the slipping rotation produced between said 1st Rota and 2nd Rota The 1st motor drive circuit which can be revived with said 1st motor, The 2nd motor which uses as the output shaft of torque the output shaft of this prime mover that has the 3rd Rota combined with the output shaft of said prime mover, and is combined with this 3rd Rota, While

conserving the power revived from said 1st motor through the 2nd motor drive circuit which drives this 2nd motor, and said 1st motor drive circuit It is combined with the output shaft of the rechargeable battery which can supply power to said 1st and 2nd motor which corresponds through said 1st and/or 2nd motor drive circuit, and said prime mover. When it is a transmission equipped with the auxiliary machinery driven with the power from this output shaft and operation of said prime mover is suspended, Let it be a summary to have the auxiliary machinery drive control means which controls said 2nd motor drive circuit to rotate the output shaft of said prime mover with said 2nd motor, and to drive said auxiliary machinery using the power stored in said rechargeable battery.

[0012] This 2nd transmission transmits the power of the prime mover made to rotate an output shaft to the revolving shaft combined with the 2nd Rota by the 1st motor's combining with the 1st Rota combined with the output shaft of a prime mover, and this 1st Rota electromagnetic, and controlling it by the 1st motor drive circuit in extent of electromagnetic association between the 2nd pivotable Rota relatively to the 1st Rota. The 2nd motor adjusts the power of the output shaft of a prime mover through the 3rd Rota combined with the output shaft of a prime mover, when drive control is carried out by the 2nd motor drive circuit. A rechargeable battery conserves the power revived from the 1st motor through the 1st motor drive circuit, and supplies power to the 1st and 2nd motor which corresponds through the 1st and/or 2nd motor drive circuit if needed. And auxiliary machinery is driven with the power from the output shaft of a prime mover.

[0013] If operation of a prime mover is suspended in the case of transfer of such power, an auxiliary machinery drive control means will control the 2nd motor drive circuit to rotate the output shaft of a prime mover with the 2nd motor, and to drive auxiliary machinery using the power stored in the rechargeable battery.

[0014] According to this 2nd transmission, a part of output of a prime mover, output of the 2nd motor, and total output are outputted as torque, the remainder is changed into power as slipping of the 1st motor, power is efficiently transmitted as a whole by operating the 2nd motor with this power, and the outstanding effectiveness that conversion of torque is realizable is done so. And even if operation of a prime mover is suspended, the 2nd motor is driven using the power stored in the rechargeable battery, the output shaft of a prime mover can be rotated and auxiliary machinery can be driven.

[0015] The prime mover which the control approach of the transmission of this invention has an output shaft, and is made to rotate this output shaft, Combine with the 1st Rota combined with the output shaft of said prime mover, and this 1st Rota electromagnetic, and it has the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota. While controlling extent of electromagnetic association between said 1st and 2nd Rota in the 1st motor which uses as the output shaft of torque the revolving shaft combined with this 2nd Rota, and said 1st motor The power according to the slipping rotation produced between said 1st Rota and 2nd Rota The 1st motor drive circuit which can be revived with said 1st motor, The 2nd motor which uses as the output shaft of torque the revolving shaft which has the 3rd Rota combined with the 2nd Rota of said 1st motor, and is combined with this 3rd Rota, While conserving the power revived from said 1st motor through the 2nd motor drive circuit which drives this 2nd motor, and said 1st motor drive circuit The rechargeable battery which can supply power to said 1st and 2nd motor which corresponds through said 1st and/or 2nd motor drive circuit, When it is the control approach of a transmission equipped with the auxiliary machinery which it is combined with the output shaft of said prime mover, and is driven with the power from this output shaft and operation of said prime mover is suspended, Let it be a summary to control said 1st motor drive circuit to rotate the output shaft of said prime mover with said 1st motor, and to drive said auxiliary machinery using the power stored in said rechargeable battery.

[0016] According to the control approach of this transmission, a part of output of a prime mover is outputted as torque as it is, the remainder is changed into power as slipping of the 1st motor, power is efficiently transmitted as a whole by operating the 2nd motor with this power, and the outstanding effectiveness that conversion of torque is realizable is done so. And even if operation of a prime mover is suspended, the 1st motor is driven using the power stored in the rechargeable battery, the output shaft of a prime mover can be rotated and auxiliary machinery can be driven.

[0017]

[Other modes of invention] This invention can also take other following modes.

[0018] The 1st mode is the circuit where said 2nd motor drive circuit can revive power from said 2nd motor in said transmission of either the 1st thru/or the 2nd either, and said rechargeable battery makes it a summary to be the cell in which the power revived from said 2nd motor through said 2nd motor drive circuit is stored.

[0019] If it carries out like this, the power revived with the 2nd motor can also be conserved and the energy efficiency in a transmission can be raised.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example. The sectional view showing the structure of the block diagram in which drawing 1 shows the outline configuration of the transmission 20 as the 1st example of this invention, the clutch motor 30 by which drawing 2 constitutes the transmission 20 of drawing 1, and the assistant motor 40, and drawing 3 are the block diagrams showing the outline configuration containing the engine 50 of the car incorporating the transmission 20 of drawing 1 R> 1. It explains from the configuration of the whole car using drawing 3 first on account of explanation.

[0021] This car is equipped with the gasoline engine operated with a gasoline as an engine 50 which is a source of power as shown in drawing 3. This engine 50 inhales the gaseous mixture of the air inhaled through the throttle valve 66 from the inhalation-of-air system, and the gasoline injected from the fuel injection valve 51 to a combustion chamber 52, and changes into rotation of a crankshaft 56 movement of the piston 54 depressed by explosion of this gaseous mixture. Here, the closing motion drive of the throttle valve 66 is carried out by the actuator 68. An ignition plug 62 forms a spark with the high voltage drawn through the distributor 60 from the ignitor 58, and gaseous mixture is lit by the spark and carries out explosion combustion of it by it.

[0022] Operation of this engine 50 is controlled by the electronic control unit (hereafter referred to as EFIECU) 70. The various sensors in which the operational status of an engine 50 is shown are connected to EFIECU70. For example, it is the rotational frequency sensor 76, the angle-of-rotation sensor 78, etc. which are prepared for the coolant temperature sensor 74 and distributor 60 which detect the water temperature of the throttle-valve position sensor 67 which detects the opening (position) of a throttle valve 66, the inlet-pipe negative pressure sensor 72 which detects the load of 50 of a prime mover, and an engine 50, and detect the rotational frequency and angle of rotation of a crankshaft 56. In addition, although the starting switch 79 which detects the condition ST of an ignition key was connected to EFIECU70 in addition to this, illustration of other sensors, a switch, etc. was omitted.

[0023] The transmission 20 of this example is combined with the crankshaft 56 of an engine 50. The driving shaft 22 of a transmission 20 is combined with the differential gear 24, and, finally the torque from a transmission 20 is transmitted to the driving wheels 26 and 28 on either side. This transmission 20 is controlled by the control unit 80. Although the configuration of a control unit 80 is explained in full detail later, the interior is equipped with Control CPU and the accelerator pedal position sensor 65 formed in the shift position sensor 84 formed in the shift lever 82 or the accelerator pedal 64 is connected. Moreover, the control unit 80 is exchanging various information by EFIECU70 and the communication link which were mentioned above. About control including the exchange of such information, it mentions later.

[0024] Moreover, the auxiliary machinery of the P/S pump 106 grade the cooling pump 104 for circulation of the cooling water of an engine 50 and for the power of power steering is connected to crankshaft 56B of the opposite side of the crankshaft 56 of an engine 50 through direct or a belt 102. Such auxiliary machinery obtains power from rotation of crankshaft 56B, and is functioning.

[0025] The configuration of a transmission 20 is explained. As shown in drawing 1, the transmission 20 attached in the end of the crankshaft 56 of an engine 50 consists of control units 80 which drive and control greatly the clutch motor 30 by which the outer rotor 32 was mechanically combined with the crankshaft 56, the assistant motor 40 which has Rota 42 mechanically combined with the inner rotor 34 of this clutch motor 30, and the clutch motor 30 and the assistant motor 40.

[0026] Drawing 1 explains the outline configuration of each motor. As shown in drawing 1, the clutch motor 30 equips the inner skin of an outer rotor 32 with a permanent magnet 35, and is constituted as a synchronous motor which winds the coil 36 of a three phase around the slot formed

in the inner rotor 34. The power to this three phase coil 36 is supplied through the rotation transformer 38. The part which forms the slot and teeth for three phase coil 36 in the inner rotor 34 consists of carrying out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet. In addition, although the resolver 39 which detects that angle-of-rotation  $\theta_{tae}$  is formed in the crankshaft 56, this resolver 39 can also be used also [ sensor / 78 / which was prepared for the distributor 60 / angle-of-rotation ].

[0027] On the other hand, although the assistant motor 40 is also constituted as a synchronous motor, the three phase coil 44 which forms rotating magnetic field is wound around the stator 43 fixed to the case 45. This stator 43 is also formed by carrying out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet. Two or more permanent magnets 46 are formed in the peripheral face of Rota 42. By the assistant motor 40, Rota 42 rotates by the interaction with the field which a field and the three phase coil 44 form with this permanent magnet 46. The shaft with which Rota 42 was combined mechanically is the driving shaft 22 which is an output shaft of the torque of a transmission 20, and the resolver 48 which detects the angle-of-rotation  $\theta_{tad}$  is formed in the driving shaft 22. Moreover, the driving shaft 22 is supported to revolve by the bearing 49 prepared in the case 45.

[0028] The clutch motor 30 and the assistant motor 40 to apply are combined mechanically [ the inner rotor 34 of the clutch motor 30 ] to Rota 42 of the assistant motor 40, as a result a driving shaft 22. Therefore, the relation between an engine 50 and both the motors 30 and 40 will be referred to as that the torque by the assistant motor 40 is subtracted and added by this, when saying \*\*\*\* and rotation of the crankshaft 56 of an engine 50 and the output torque are transmitted to the inner rotor 34 from the outer rotor 32 of the clutch motor 30.

[0029] Although the assistant motor 40 is constituted as a usual permanent-magnet type three phase synchronous motor, the clutch motor 30 is constituted so that the outer rotor 32 which has a permanent magnet 35, and the inner rotor 34 equipped with the three phase coil 36 may both be rotated. Then, it supplements about the detail of the configuration of the clutch motor 30 using drawing 2 . The outer rotor 32 of the clutch motor 30 is attached in the periphery edge of the wheel 57 by which fitting was carried out to the crankshaft 56 by press fit pin 59a and screw 59b. The core of a wheel 57 protrudes on the axial configuration, Bearings 37A and 37B are used here, and the inner rotor 34 is attached in it free [ rotation ]. Moreover, the end of a driving shaft 22 is being fixed to the inner rotor 34.

[0030] It already explained that the permanent magnet 35 was formed in the outer rotor 32. In the example, four of this permanent magnet 35 are prepared and it is stuck on the inner skin of an outer rotor 32. The magnetization direction is a direction which goes to the shaft center of the clutch motor 30, and the direction of a magnetic pole has reverse sense every other one. If this permanent magnet 35 and the three phase coil 36 of the inner rotor 34 which counters with few gaps are wound around a total of 24 slots (not shown) prepared in the inner rotor 34 and are energized in each coil, they will form the magnetic flux which passes along the teeth which separate a slot. This field will be rotated if the three-phase alternating current is passed in each coil. Each of the three phase coil 36 is connected so that supply of power may be received from the rotation transformer 38. This rotation transformer 38 consists of secondary-winding 38B attached in the driving shaft 22 combined with primary-winding 38A fixed to the case 45, and the inner rotor 34, and can exchange power bidirectionally between primary-winding 38A and secondary-winding 38B by electromagnetic induction. In addition, in order to exchange the current of a three phase (U, V, W phase), the coil for a three phase is prepared for the rotation transformer 38.

[0031] An outer rotor 32 and the inner rotor 34 show various behavior by the interaction of the field which the permanent magnet 35 of an adjoining lot forms, and the rotating magnetic field which the three phase coil 36 prepared in the inner rotor 34 forms. Usually, the frequency of the three-phase alternating current passed in the three phase coil 36 is made into the frequency of the deflection of the rotational frequency (rotational frequency for 1 second) of an outer rotor 32 and the rotational frequency of the inner rotor 34 which were directly linked with the crankshaft 56. Consequently, slipping will be produced in both rotation. The detail of control of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 is explained in detail later using a flow chart.

[0032] Next, the control unit 80 which drives and controls the clutch motor 30 and the assistant

motor 40 is explained. The control device 80 consists of dc-batteries 94 which are the control CPU 90 and the rechargeable battery which control the 1st drive circuit 91 which drives the clutch motor 30, the 2nd drive circuit 92 which drives the assistant motor 40, and both the drive circuits 91 and 92. Control CPU 90 is one chip microprocessor, and equips the interior with RAM90a for work pieces, ROM90b which memorized the processing program, input/output port (not shown) and EFIECU70, and the serial communication port (not shown) that performs a communication link. In this control CPU 90, angle-of-rotation  $\theta_{ae}$  of the engine 50 from a resolver 39, The accelerator pedal position AP from angle-of-rotation  $\theta_{ad}$  of the driving shaft 22 from a resolver 48, and the accelerator pedal position sensor 65 (the amount of treading in of an accelerator pedal) The clutch current values  $I_{uc}$  and  $I_{vc}$  from two current detectors 95 and 96 prepared in the shift position SP from the shift position sensor 84, and the 1st drive circuit 91, The assistant current values  $I_{ua}$  and  $I_{va}$  from two current detectors 97 and 98 prepared in the 2nd drive circuit, the remaining capacity BRM from the remaining capacity detector 99 which detects the remaining capacity of a dc-battery 94 are inputted through input port. In addition, what the remaining capacity detector 99 measures the specific gravity of the electrolytic solution of a dc-battery 94 or the weight of the whole dc-battery 94, and detects remaining capacity, the thing which calculates the current value and time amount of charge and discharge, and detects remaining capacity, the thing which detects remaining capacity by making between the terminals of a dc-battery short-circuit momentarily, and measuring sink internal resistance for a current are known.

[0033] Moreover, from control CPU 90, the control signal SW2 which drives six transistors Tr11 as the control signal SW1 which drives six transistors Tr1 which are the switching elements prepared in the 1st drive circuit 91 thru/or Tr6, and a switching element prepared in the 2nd drive circuit 92 thru/or Tr16 is outputted. Six transistors Tr1 in the 1st drive circuit 91 thru/or Tr6 constitute the transistor inverter, two pieces are arranged at a time in a pair, respectively so that it may become a source and sink side to power-source Rhine P1 and P2 of a pair, and each of the three phase coil (UVW) 36 of the clutch motor 30 is connected through the rotation transformer 38 at the node. Power-source Rhine P1 and P2 controls sequentially the rate of the transistor Tr1 which makes a pair by control CPU 90 since it connects with the plus [ of a dc-battery 94 ], and minus side, respectively thru/or the ON time amount of Tr6 with a control signal SW1, and if the current which flows in each coil 36 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 36.

[0034] On the other hand, six transistors Tr11 of the 2nd drive circuit 92 thru/or Tr16 also constitute the transistor inverter, is arranged, respectively, and the node of the transistor which makes a pair is connected to each of the three phase coil 44 of the assistant motor 40. [ as well as the 1st drive circuit 91 ] Therefore, the transistor Tr11 thru/or the ON time amount of Tr16 which makes a pair by control CPU 90 is sequentially controlled with a control signal SW2, and if the current which flows in each coil 44 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 44.

[0035] Actuation of the transmission 20 which explained the configuration above is explained. The principle of operation of a transmission 20, especially the principle of torque conversion are as follows. An engine 50 is operated by EFIECU70 and suppose that it is rotating at the predetermined rotational frequency N1. Supposing the control device 80 is not passing the current at all in the three phase coil 36 of the clutch motor 30 through the rotation transformer 38 at this time Namely, if the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 91 thru/or Tr6 are always OFF states Since no current also flows in the three phase coil 36, the outer rotor 32 and the inner rotor 34 of the clutch motor 30 will be in the condition of not being combined at all electromagnetic, and the crankshaft 56 of an engine 50 will be in the condition of having idled. In this condition, since a transistor Tr1 thru/or Tr6 are off, regeneration from the three phase coil 36 is not performed, either. That is, the engine 50 will carry out idle rotation.

[0036] If the control CPU 90 of a control device 80 outputs a control signal SW1 and carries out on-off control of the transistor, according to the deflection (engine-speed difference [ in other words ] of an outer rotor 32 and the inner rotor 34 in the clutch motor 30) of the engine speed of the crankshaft 56 of an engine 50, and the engine speed of a driving shaft 22, a fixed current will flow in the three phase coil 36 of the clutch motor 30. That is, the clutch motor 30 functions as a generator, a current

is revived through the 1st drive circuit 91, and a dc-battery 94 is charged. At this time, it will be in the integrated state in which slipping with fixed outer rotor 32 and inner rotor 34 exists. That is, the inner rotor 34 is rotated at a rotational frequency lower than the rotational frequency of the crankshaft 56 of an engine 50. If control CPU 90 controls the 2nd drive circuit 92 by this condition so that energy equal to the revived electrical energy is consumed by the assistant motor 40, a current will flow in the three phase coil 44 of the assistant motor 40, and torque will occur in the assistant motor 40. If it compares with drawing 4  $R > 4$ , while the crankshaft 56 will operate with an engine speed  $N1$  and torque  $T1$ , the energy of a field  $G1$  will be revived from the clutch motor 30, and it will be said by giving this to the assistant motor 40 that a driving shaft 22 is rotated with an engine speed  $N2$  and torque  $T2$ . In this way, the energy in the clutch motor 30 which responded for sliding (rotational frequency difference) will be given to a driving shaft 22 as torque, and conversion of torque will be performed. In fact, conversion of torque is made by torque control processing illustrated to drawing 5. After [ which is first depended on this transmission 20 below ] usually explaining the torque control processing at the time, processing when the engine 50 is suspended is explained.

[0037] If torque control processing is performed, control CPU 90 will perform processing which reads the rotational frequency  $Nd$  of a driving shaft 22 first (step S100). It can ask for the engine speed of a driving shaft 22 from angle-of-rotation  $\theta$  of the driving shaft 22 read from the resolver 48. Next, processing which reads the accelerator pedal position  $AP$  from the accelerator pedal position sensor 65 is performed (step S101). An accelerator pedal 64 is broken in when it senses that an operator's output torque is insufficient, and it corresponds to the output torque (namely, torque of a driving shaft 22) to which the operator wants the value of the accelerator pedal position  $AP$ . Then, processing which derives output-torque (torque of driving shaft 22) desired value (henceforth torque command value)  $Td^*$  according to the read accelerator pedal position  $AP$  is performed (step S102). That is, to each accelerator pedal position  $AP$ , output-torque command value  $Td^*$  is set up beforehand, respectively, and if the accelerator pedal position  $AP$  is read, the value of output-torque command value  $Td^*$  set up corresponding to the accelerator pedal position  $AP$  will be drawn.

[0038] Next, processing which searches for the energy  $Pd$  which should be outputted from a driving shaft 22 by count ( $Pd = Td^* \times Nd$ ) from drawn output-torque (torque of driving shaft 22) command  $Td^*$  and the rotational frequency  $Nd$  of the read driving shaft 22 is performed (step S103). And based on this output energy  $Pd$  searched for, processing which sets up target torque  $Te^*$  of an engine 50 and engine target rotational frequency  $Ne^*$  is performed (step S104). Here, since the energy which an engine 50 supplies is equal to the product of an engine torque  $Te$  and the engine speed  $Ne$  of an engine 50 when the energy  $Pd$  which should be outputted from a driving shaft 22 shall be altogether supplied with an engine 50, the relation between target torque  $Te^*$  of the output energy  $Pd$  and an engine 50 and target engine-speed  $Ne^*$  becomes  $Pd = Te^* \times Ne^*$ . However, the combination of target torque  $Te^*$  of an engine 50 which satisfies this relation, and target rotational frequency  $Ne^*$  exists innumerable. So, in this example, the combination of target torque  $Te^*$  of an engine 50 and target rotational frequency  $Ne^*$  is set up so that an engine 50 may operate in the condition that effectiveness is high as much as possible.

[0039] Next, based on set-up target torque  $Te^*$ , processing which sets up torque command value  $Tc^*$  of the clutch motor 30 is performed (step S106). the engine speed  $Ne$  of an engine 50 is made to become about 1 law -- being alike -- what is necessary is making torque of the clutch motor 30 equal to the torque of an engine 50, and making it just balance it So, torque command value  $Tc^*$  of the clutch motor 30 is set up here so that it may become equal to target torque  $Te^*$  of an engine 50.

[0040] In this way, after setting up clutch motor torque command value  $Tc^*$  (step S106), control (step S108) of the clutch motor 30, control (step S110) of the assistant motor 40, and control (step S111) of an engine 50 are performed. In addition, on account of illustration, although control of the clutch motor 30, control of the assistant motor 40, and control of an engine 50 were indicated as a separate step, these control is performed synthetically in fact. For example, while control CPU 90 performs control of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 to coincidence using interruption processing, directions are transmitted to EFIECU70 by communication link, and EFIECU70 is made to also perform control of an engine 50 to coincidence.



[0041] Control (step S108 of drawing 5 ) of the clutch motor 30 is made by clutch motor control processing illustrated to drawing 6 . As for control CPU 90, activation of this processing performs first processing into which it reads from a resolver 48 in angle-of-rotation  $\theta_d$  of a driving shaft 22 (step S112). Next, angle-of-rotation  $\theta_e$  of the crankshaft 56 of an engine 50 is inputted from a resolver 39 (step S114), and processing which asks for  $\theta_c$  whenever [ angular relation / of both shafts ] is performed (step S116). That is,  $\theta_c = \theta_e - \theta_d$  is calculated.

[0042] Next, processing which detects the currents  $I_{uc}$  and  $I_{vc}$  which are flowing to U phase and V phase of the three phase coil 36 of the clutch motor 30 with the current detectors 95 and 96 is performed (step S118). Although the current is flowing to the three phase of U, V, and W, since the total is zero, it is sufficient if the current which flows to two phases is measured. In this way, coordinate transformation (three phase -2 phase-number conversion) is performed using the current of the obtained three phase (step S120). Coordinate transformation is changing into the current value of d shaft of the synchronous motor of a permanent-magnet type, and q shaft, and is performed by calculating a degree type (1).

[0043]

[Equation 1]

$$\begin{bmatrix} I_{dc} \\ I_{qc} \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_c - 120) & \sin \theta_c \\ -\cos(\theta_c - 120) & \cos \theta_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{uc} \\ I_{vc} \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

[0044] Coordinate transformation is performed in the synchronous motor of a permanent-magnet type here because it is an amount with the current of d shaft and q shaft essential when controlling torque. It is also possible to control from the first with a three phase. Next, after changing into a biaxial current value, processing which asks for current command value  $I_{dc}^*$  of each shaft searched for from torque command value  $T_c^*$  in the clutch motor 30,  $I_{qc}^*$ , the currents  $I_{dc}$  and  $I_{qc}$  that actually flowed on each shaft, and deflection, and calculates the electrical-potential-difference command values  $V_{dc}$  and  $V_{qc}$  of each shaft is performed (step S122). That is, the following formulas (2) are calculated first and then a degree type (3) is calculated.

[0045]

[Equation 2]

$$\Delta I_{dc} = I_{dc}^* - I_{dc}$$

$$\Delta I_{qc} = I_{qc}^* - I_{qc} \quad \dots (2)$$

[0046]

[Equation 3]

$$V_{dc} = K_{p1} \cdot \Delta I_{dc} + \Sigma K_{i1} \cdot \Delta I_{dc}$$

$$V_{qc} = K_{p2} \cdot \Delta I_{qc} + \Sigma K_{i2} \cdot \Delta I_{qc} \quad \dots (3)$$

[0047] Here,  $K_p$  1 and 2 and  $K_i$  1 and 2 are multipliers respectively. These multipliers are adjusted so that the property of the motor to apply may be suited.

[0048] Here, the electrical-potential-difference command values  $V_{dc}$  and  $V_{qc}$  are calculated from the part (the 1st term of the upper type (3) right-hand side) proportional to deflection  $\Delta I$  with current command value  $I^*$ , and an accumulated part (the 2nd term of the right-hand side) of the past of  $i$  batch of deflection  $\Delta I$ . Then, coordinate transformation (two phase -3 phase-number conversion) equivalent to the inverse transformation of the conversion which performed the electrical-potential-difference command value calculated in this way at step S142 is performed (step S124), and processing which asks for the electrical potential differences  $V_{uc}$ ,  $V_{vc}$ , and  $V_{wc}$  actually impressed to the three phase coil 36 is performed. It asks for each electrical potential difference by the degree type (4).

[0049]

[Equation 4]

$$\begin{bmatrix} V_{uc} \\ V_{vc} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_c & -\sin \theta_c \\ \cos(\theta_c - 120) & -\sin(\theta_c - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{dc} \\ V_{qc} \end{bmatrix}$$

$$V_{wc} = -V_{uc} - V_{vc} \quad \dots (4)$$



[0050] Since actual armature-voltage control is made by the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 91 thru/or the on-off time amount of Tr6, it carries out PWM control of each transistor Tr1 thru/or the ON time amount of Tr6 so that it may become each electrical-potential-difference command value calculated by the formula (4) (step S126).

[0051] Next, the torque control (step S110 of drawing 5) by the assistant motor 40 is explained based on the assistant motor control processing illustrated to drawing 7 and drawing 8. In assistant motor control processing, control CPU 90 performs processing which reads the rotational frequency Nd of a driving shaft 22 first (step S131). It can ask for the engine speed of a driving shaft 22 from angle-of-rotation thetad of the driving shaft 22 read from the resolver 48. Next, processing which reads the rotational frequency Ne of an engine 50 is performed (step S132). It can also ask for the engine speed Ne of an engine 50 from angle-of-rotation thetae of the crankshaft 56 read from the resolver 39, and it can also carry out direct detection also by the engine-speed sensor 76 prepared for the distributor 60. When using the rotational frequency sensor 76, the information on a rotational frequency Ne will be received from EFIECU70 connected to the rotational frequency sensor 76 by communication link.

[0052] Then, processing which searches for the engine-speed difference Nc of both shafts by count ( $Nc = Ne - Nd$ ) is performed from the engine speed Nd of the read driving shaft 22, and the engine speed Ne of an engine 50 (step S133). Next, processing which calculates the power generated by the clutch motor 30 side is performed (step S134). That is, the power (energy) Pc revived is calculated as  $Pc = KscxNcxTc$ . Tc is the actual torque in the clutch motor 30 here, and since Nc is a rotational frequency difference,  $NcxTc$  is equivalent to searching for the energy equivalent to the field G1 in drawing 4. Ksc is the effectiveness of a generation of electrical energy (regeneration) of the clutch motor 30.

[0053] Then, torque command value Ta\* given by the assistant motor 40 is calculated as  $Ta^* = ksaxPc/Nd$  (step S135). In addition, ksa is the effectiveness of assistant motor 40 self. It judges whether it is over maximum torque Tamax which torque command value Ta\* for which it asked can give by the assistant motor 40 (step S136), and when having exceeded, processing restricted to maximum is performed (step S138).

[0054] Next, processing (step S142) which detects angle-of-rotation thetad of a driving shaft 22 using a resolver 48 (step S140), and detects each phase current of the assistant motor 40 using the current detectors 97 and 98 further is performed. Then, as shown in drawing 8, the operation of coordinate transformation (step S144) and the electrical-potential-difference command values Vda and Vqa is performed like the clutch motor 30 (step S146), backseat label conversion (step S148) of an electrical-potential-difference command value is performed further, the transistor Tr11 of the 2nd drive circuit 92 of the assistant motor 40 thru/or the on-off control time amount of Tr16 are found, and PWM control is performed (step S150). These processings are completely the same as that of what was performed about the clutch motor 30.

[0055] Next, control (step S111) of an engine 50 is explained. Torque Te and a rotational frequency Ne are controlled so that an engine 50 will be in a steady operation condition on the operation point of target torque Te\* set up in step S104 of drawing 5, and target rotational frequency Ne\*. In fact, directions are transmitted to EFIECU70 by communication link from control CPU 90, and fuel oil consumption and throttle-valve opening are fluctuated, and it adjusts gradually so that the torque of an engine 50 may become target torque Te\* and a rotational frequency may become target rotational frequency Ne\*.

[0056] The power revived by the clutch motor 30 by the above processing in proportion to the deflection of the engine speed of the crankshaft 56 of the torque 50 changed into power by the clutch motor 30 at the predetermined effectiveness Ksc, i.e., an engine, and the engine speed of the inner rotor 34 of the clutch motor 30 can give as torque a driving shaft 22 in the assistant motor 40. The torque which the assistant motor 40 gives to a driving shaft 22 is in agreement with the torque changed into power by the clutch motor 30. Consequently, in drawing 4, the energy of a field G1 can be moved to a field G2, and torque conversion can be performed.

[0057] The torque control of various patterns, such as a high torque control by the discharge from a dc-battery 94, and a torque control incorporating the charge and discharge of a dc-battery 94, a torque control only by the power from a dc-battery 94, is made on the basis of the torque control

which mentioned the transmission 20 of an example above.

[0058] For example, the high torque control by the discharge from a dc-battery 94 is performed to obtain the output beyond the output from an engine 50. In this control, an outputted part from a dc-battery 94 is added to torque command value  $Ta^*$  called for at step S135 of drawing 7, new torque command value  $Ta^*$  is set as it, and processing after step S136 is performed to it using this torque command value  $Ta^*$ .

[0059] Moreover, when the remaining capacity BRM of a dc-battery 94 becomes below the charge starting value BL set up as a value which needs charge beforehand, charge control of the torque controls incorporating the charge and discharge of a dc-battery 94 is performed. In addition to the output energy Pd which searched for the charge energy Pbi required for charge of a dc-battery 94 at step S103 of drawing 5 in this control, the new output energy Pd is set up. While performing processing after step S104 using this output energy Pd Subtract the charge energy Pbi from the clutch power Pc found at step S134 of the assistant motor control of drawing 7, and the new clutch power Pc is set up. By performing processing after step S135 using this clutch power Pc, the charge energy Pbi is found out and a dc-battery 94 is charged. When it becomes beyond the discharge-starting value BH set up as a value for which the remaining capacity BRM of a dc-battery 94 needs discharge beforehand, controlling the discharge of the torque controls incorporating the charge and discharge of a dc-battery 94 is performed. In this control, subtract from the output energy Pd which asked for the spark discharge energy Pbo from a dc-battery 94 at step S103 of drawing 5, and the new output energy Pd is set up. While performing processing after step S104 using this output energy Pd By adding spark discharge energy Pbo to the clutch power Pc found at step S134 of the assistant motor control of drawing 7, setting up the new clutch power Pc, and performing processing after step S135 using this clutch power Pc The power which is equivalent to spark discharge energy Pbo from a dc-battery 94 is discharged.

[0060] Moreover, when the remaining capacity BRM of a dc-battery 94 wants to be enough, to suspend operation of an engine 50 and to drive a car only with the power from a dc-battery 94, a torque control manipulation routine is performed as a torque control only by the power from a dc-battery 94 at the time of the engine shutdown illustrated to drawing 9.

[0061] As for control CPU 90, activation of this routine reads the accelerator pedal position AP from the accelerator pedal position sensor 65 first (step S160). Processing which derives output-torque command value  $Td^*$  according to the read accelerator pedal position AP is performed (step S162). Next, running torque TST is set to torque command value  $Tc^*$  of the clutch motor 30 (step S164). This running torque TST is torque required to rotate the crankshaft 56 of the engine 50 which has suspended operation at a predetermined rotational frequency. Thus, by setting running torque TST as torque command value  $Tc^*$  of the clutch motor 30, even if operation of an engine 50 has stopped, auxiliary machinery can be driven. In addition, running torque TST (predetermined engine speed of a crankshaft 56) becomes settled with power required for operation of the cooling pump 104 connected to the property of an engine 50, or crankshaft 56B by direct or the belt 102, and the auxiliary machinery of P/S pump 106 grade. In order to make consumption energy in an engine 50 small, he does not perform inhalation of air and exhaust air between this control by making normally closed the valve of the inspired air flow path of an engine 50, and an exhaust side, but is trying to offset the energy at the time of compression, and the energy at the time of expansion in the example.

[0062] Then, it asks for torque command value  $Ta^*$  of the assistant motor 40 by the formula of  $Ta^* = Td^* + TST$  (step S166), it judges whether it is over maximum torque Tamax which torque command value  $Ta^*$  for which it asked can give by the assistant motor 40 (step S168), and when having exceeded, processing restricted to maximum is performed (step S170).

[0063] And control (step S172) of the clutch motor 30, control (step S174) of the assistant motor 40, and control (step S176) of an engine 50 are performed using the torque command value set up, respectively. Control of the clutch motor 30 is performed by the same processing as the clutch motor control shown in drawing 6. Here, since the running torque TST set as torque command value  $Tc^*$  at step S164 of a torque control manipulation routine at the time of the engine shutdown of drawing 9 serves as torque command value  $Tc^*$  and the reverse sense which are set up by the control (basic torque control) which transmits the output of the above-mentioned engine 50 to a driving shaft 22, it serves as a value of \*\*\*\* which makes forward the sense which transmits the output of an engine 50

to a driving shaft 22. Therefore, in the clutch motor control of drawing 6, an electrical-potential-difference command will calculate using torque command value  $T_c^*$  of a negative value.

[0064] Control (step S174) of the assistant motor 40 processes processing (steps S140-S150) shown in drawing 8 of the assistant motor control shown in drawing 7 and drawing 8 which are performed by the torque control of an above-mentioned base. Since this has set up torque command value  $T_a^*$  at steps S166-S170 of a torque control manipulation routine at the time of an engine shutdown, it is because what is necessary is to perform only processing after a setup.

[0065] In engine control (step S176), while maintaining the condition of having suspended operation of an engine 50, as mentioned above, let the valve of an inspired air flow path and an exhaust side be normally closed irrespective of rotation of a crankshaft 56.

[0066] According to the transmission 20 of an example explained above, since a crankshaft 56 is rotated even if it suspends operation of an engine 50, the cooling pump 104 linked to crankshaft 56B and the auxiliary machinery of P/S pump 106 grade can be driven. And since the running torque TST used for making output-torque command value  $T_d^*$  rotate a crankshaft 56 at a predetermined rotational frequency is added and it considers as torque command value  $T_a^*$  of the assistant motor 40, an operator does not sense the fall of the torque by rotating a crankshaft 56, and can be taken as the torque according to the amount of treading in of an accelerator pedal 64. Furthermore, while having suspended operation of an engine 50, energy expenditure in an engine 50 can be made small by making close the valve of the inspired air flow path of an engine 50, and an exhaust side.

[0067] In addition, although the running torque TST required for a crankshaft 56 to rotate at a predetermined engine speed to torque command value  $T_c^*$  of the clutch motor 30 is set and running torque is made to act on a crankshaft 56 by the clutch motor 30 in the transmission 20 of an example, it is good also as what carries out feedback control of the torque  $T_c$  of the clutch motor 30 so that the engine speed  $N_e$  of the crankshaft 56 of an engine 50 may be detected and this engine speed  $N_e$  may turn into a predetermined engine speed. In this case, a setup of the running torque TST as a predetermined value will not be performed to torque command value  $T_c^*$  of the clutch motor 30, but variation  $**T_c$  of the torque computed by multiplying the deflection of a predetermined rotational frequency and a rotational frequency  $N_e$  by control gain will be added to the last torque command value  $T_c^*$ , and new torque command value  $T_c^*$  will be set up.

[0068] Moreover, although running torque TST was added at the time of a halt of an engine 50 and output-torque command value  $T_d^*$  was asked for torque command value  $T_a^*$  of the assistant motor 40 in the transmission 20 of an example at it, it does not interfere as what sets up output-torque command value  $T_d^*$  as torque command value  $T_a^*$  as it is, and a thing which applies to output-torque command value  $T_d^*$  torque value which is different in running torque TST, and is made into torque command value  $T_a^*$ .

[0069] It shall open and close with what is made open [ both ], and rotation of a crankshaft 56, and although the valve of the inspired air flow path of an engine 50 and an exhaust side was made close in the transmission 20 of an example while performing the torque control at the time of a halt of an engine 50, there is no potato inconvenience. With the configuration made open [ both ], since neither compression nor expansion is performed, pulsation of torque can be reduced.

[0070] Next, transmission 20B of the 2nd example of this invention is explained. Drawing 10 is a block diagram which illustrates the outline of the configuration of transmission 20B of the 2nd example. Transmission 20B of the 2nd example is carrying out the same configuration as the configuration of the transmission 20 of the 1st example except for the point that assistant motor 40B is attached in the crankshaft 56 between an engine 50 and clutch motor 30B so that it may illustrate. Therefore, the sign same about the same configuration as the transmission 20 of the 1st example is attached among the configurations of transmission 20B of the 2nd example, and the explanation is omitted. In addition, unless it shows clearly, the sign used on the occasion of explanation of the 1st example is used in the semantics same as it is.

[0071] In transmission 20B of the 2nd example, it operates as follows. Now, an engine 50 presupposes that it is operating on the operation point of Torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$ . If Torque  $T_a$  is added to a crankshaft 56 by the assistant motor 40 attached in the crankshaft 56, the torque of  $T_e+T_a$  will act on a crankshaft 56. Then, if the torque  $T_c$  of clutch motor 30B is controlled as  $T_e+T_a$ , this torque  $T_c$  ( $T_e+T_a$ ) will be transmitted to a driving shaft 22. At this time, by clutch

motor 30B, since the power based on the deflection of the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 and the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22 is revived, if this regeneration power is supplied to the gloss drive circuit 92 through power-source Rhine P1 and P2, assistant motor 40B will be driven with this regeneration power. Therefore, if the torque  $T_a$  of assistant motor 40B is set as the value which can be exactly covered with the power revived by clutch motor 30B, torque conversion of the output from an engine 50 can be freely carried out within limits of which the relation of  $T_e N_e = T_c N_d$  consists. In addition, since above-mentioned relation is in an ideal condition in case effectiveness is 100%, the direction of  $T_c N_d$  becomes small a little in fact. Such control is specifically made by torque control processing illustrated to drawing 11.

[0072] If this torque control processing is performed, control CPU 90 will first perform step S200 which is step S100 of drawing 5 thru/or the same processing as S104 thru/or S208. namely, -- while reading the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22, and the accelerator pedal position AP (steps S200 and S202), asking for output-torque command value  $T_d^*$  according to the read accelerator pedal position AP (step S204) and calculating the energy Pd which should be outputted from a driving shaft 22 from output-torque command value  $T_d^*$  for which it asked, and the engine speed  $N_d$  of the read driving shaft 22 (step S206). Processing which sets up target torque  $T_e^*$  of an engine 50 and target rotational frequency  $N_e^*$  is performed (step S208).

[0073] And it is torque command value  $T_a^*$  of assistant motor 40B  $T_a^* = K_{scx} (T_d^* - T_e^*)$ . It calculates by carrying out (step S210), and asks for torque command value  $T_c^*$  of clutch motor 30B as  $T_c^* = T_e^* + T_a^*$  (step S212).

[0074] In this way, control (step S214) of clutch motor 30B, control (step S216) of assistant motor 40B, and control (step S217) of an engine 50 are performed using each calculated command value. In addition, the clutch motor control of drawing 6 and the control of the assistant motor 40 of step S216 of control of the clutch motor 30 of step S214 are the same as the engine control which explained the processing after step S140, and control of the engine 50 of step S217 in the 1st example respectively among processings of drawing 7 and the assistant motor control of drawing 8. Therefore, detailed explanation of these control is omitted.

[0075] The torque control of various patterns, such as a high torque control according to the discharge from a dc-battery 94 on the basis of this torque control also in transmission 20B of such 2nd example, and a torque control incorporating the charge and discharge of a dc-battery 94, a torque control only by the power from a dc-battery 94, is made. An engine 50 is suspended to below and the torque control at the time of driving a car only with the power from a dc-battery 94 is explained to it based on a torque control manipulation routine at the time of the engine shutdown illustrated to drawing 12.

[0076] If this routine is performed, first, control CPU 90 will read the accelerator pedal position AP from the accelerator pedal position sensor 65 (step S220), and will derive output-torque command value  $T_d^*$  according to the read accelerator pedal position AP (step S222). Next, running torque TST is added to output-torque command value  $T_d^*$ , it judges whether it is over maximum torque  $T_{amax}$  which torque command value  $T_a^*$  which set up and (step S224) set up torque command value  $T_a^*$  of assistant motor 40B can give by assistant motor 40B (step S226), and when having exceeded, processing restricted to maximum is performed (step S228). Then, running torque TST is subtracted from torque command value  $T_a^*$  of assistant motor 40B, and torque command value  $T_c^*$  of clutch motor 30B is set up (step S230). Therefore, when torque command value  $T_a^*$  is not over maximum torque  $T_{amax}$  at step S226, output-torque command value  $T_d^*$  will be set as torque command value  $T_c^*$ .

[0077] And control (step S232) of clutch motor 30B, control (step S234) of assistant motor 40B, and control (step S236) of an engine 50 are performed using the torque command value set up, respectively. Since control of clutch motor 30B, control of assistant motor 40B, and control of an engine 50 are the same as that of steps S172, S174, and S176 of a torque control manipulation routine at the time of the engine shutdown of the 1st example, the explanation is omitted.

[0078] Although the rotational frequency of the crankshaft 56 of the engine 50 which has suspended operation by giving torque deflection (running torque TST) to torque command value  $T_c^*$  of clutch motor 30B and torque command value  $T_a^*$  of assistant motor 40B, and controlling each motor here rises Since the cooling pump 104 and the auxiliary machinery of P/S pump 106 grade are directly

connected to crankshaft 56B by the belt 102, a crankshaft 56 It will rotate at the rotational frequency to which the energy corresponding to running torque TST becomes equal to the energy which added the energy consumed by the piston action of an engine 50, and the energy consumed by the drive of auxiliary machinery.

[0079] According to transmission 20B of the 2nd example explained above, since a crankshaft 56 is rotated even if it suspends operation of an engine 50, the cooling pump 104 linked to crankshaft 56B and the auxiliary machinery of P/S pump 106 grade can be driven. And the running torque TST used for making output-torque command value  $Td^*$  rotate a crankshaft 56 at a predetermined rotational frequency is added, and it considers as torque command value  $Ta^*$  of assistant motor 40B, and since output-torque command value  $Td^*$  is set as torque command value  $Tc^*$ , an operator does not sense the fall of the torque by rotating a crankshaft 56, and can usually be taken as the torque according to the amount of treading in of an accelerator pedal 64. Furthermore, while having suspended operation of an engine 50, energy expenditure in an engine 50 can be made small by making close the valve of the inspired air flow path of an engine 50, and an exhaust side.

[0080] In transmission 20B of the 2nd example, although assistant motor 40B was attached in the crankshaft 56 between an engine 50 and clutch motor 30B, it is good also as what extends and attaches a crankshaft 56 like transmission 20C illustrated to drawing 1313 so that face to face may be stood against clutch motor 30C on both sides of an engine 50 in assistant motor 40C. In addition, the cooling pump 104 and the auxiliary machinery of P/S pump 106 grade should just attach it in this in this case, extending further and using the crankshaft 56 which extended as crankshaft 56B.

[0081] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained, as for this invention, it is needless to say that it can carry out with the gestalt which becomes various within limits which are not limited to the gestalt of such operation at all, and do not deviate from the summary of this invention.

[0082] For example, when the transmission 20 shown in drawing 1 is applied to a four-wheel drive car (4WD), it becomes as [ show / in drawing 14 ]. With the configuration shown in drawing 14, the assistant motor 40 mechanically combined with the driving shaft 22 is separated from a driving shaft 22, it arranges independently in the rear wheel section of a car, and the driving wheels 27 and 29 of the rear wheel section are driven by this assistant motor 40. On the other hand, it is combined with the differential gear 24 through the gear 23, and the tip of a driving shaft 22 drives the driving wheels 26 and 28 of the front-wheel section with this driving shaft 22. It is possible to realize the 1st example mentioned above under such a configuration.

[0083] In this case, while a drive cancels association with a driving shaft 22 and a differential gear 24 for that of the car only in the power from a dc-battery 94 by the gear 23 and using wheels 26 and 28 as a front idler, it carries out by making driving wheels 27 and 29 drive by the assistant motor 40. And a driving shaft 22 is made into a lock condition according to the lock device 108 which makes a driving shaft 22 a lock condition, running torque TST is set as torque command value  $Tc^*$  of the clutch motor 30, and a crankshaft 56 is rotated. In this case, since it dissociates from the driving shaft 22, the assistant motor 40 does not need to change torque command value  $Ta^*$  of the assistant motor 40 corresponding to an operation of the running torque TST from the clutch motor 30.

[0084] By the way, although the gasoline engine operated with a gasoline as an engine 50 was used in each example mentioned above, various kinds of internal combustion, such as a diesel power plant, a turbine engine, and a jet engine, or an external combustion engine can also be used.

[0085] Moreover, in the example, although PM form (permanent magnet form-ermanent Magnet type) synchronous motor was used as the clutch motor 30 and an assistant motor 40, if regeneration actuation and a powering movement are made to perform, VR form (adjustable reluctance form; Variable Reluctance type) synchronous motor, a vernier motor, a direct current motor, an induction motor, a superconducting motor, a step motor, etc. can also be used.

[0086] Furthermore, in the example, although the rotation transformer 38 was used as a means of communication of the power to the clutch motor 30, slip ring-brush contact, slip ring-mercury contact, or semi-conductor coupling of magnetic energy can also be used.

[0087] Or in the example, although the transistor inverter was used as 1st and 2nd drive circuits 91 and 92, an IGBT (insulated-gate bipolar mode transistor; Insulated Gate Bipolar mode Transistor) inverter, a thyristor inverter, an electrical-potential-difference PWM (pulse-width-modulation-ulse

Width Modulation) inverter, a square wave inverter (an electrical-potential-difference form inverter, current form inverter), a resonance inverter, etc. can also be used.

[0088] Moreover, as a dc-battery 94, although Pb dc-battery, a NiMH dc-battery, Li dc-battery, etc. can be used, it can replace with a dc-battery 94 and a capacitor can also be used.

[0089] Although each above example explained the case where a transmission was carried in a car, this invention is not limited to this and, in addition to this, can also be carried [ means of transportation, such as a vessel and an aircraft, and ] in various industrial machines etc.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the outline configuration of the transmission 20 as the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view showing the structure of the clutch motor 30 which constitutes the transmission 20 of drawing 1, and the assistant motor 40.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the outline configuration containing the engine 50 of the car incorporating the transmission 20 of drawing 1.

[Drawing 4] It is a graph for explaining the principle of operation of a transmission 20.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows an example of the torque control processing performed by the control device 80.

[Drawing 6] It is the flow chart which illustrates fundamental processing of control of the clutch motor 30 performed by the control device 80.

[Drawing 7] It is the flow chart which illustrates a part for the first portion of fundamental processing of control of the assistant motor 40 performed by the control unit 80.

[Drawing 8] It is the flow chart which illustrates the second half part of fundamental processing of control of the assistant motor 40 performed by the control unit 80.

[Drawing 9] It is the flow chart which illustrates a torque control manipulation routine at the time of the engine shutdown performed by the control device 80.

[Drawing 10] It is the block diagram showing the outline configuration of transmission 20B of the 2nd example.

[Drawing 11] It is the flow chart which shows an example of the torque control processing performed by the control device 80 of the 2nd example.

[Drawing 12] It is the flow chart which illustrates a torque control manipulation routine at the time of the engine shutdown performed by the control device 80 of the 2nd example.

[Drawing 13] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration of transmission 20C which is the modification of transmission 20B of the 2nd example.

[Drawing 14] It is the block diagram showing the configuration at the time of applying the transmission 20 of the example shown in drawing 1 to a four-wheel drive car.

### [Description of Notations]

20 -- Transmission

20B -- Transmission

20C -- Transmission

22 -- Driving shaft

23 -- Gear

24 -- Differential gear

26 28 -- Driving wheel

27 29 -- Driving wheel

30 -- Clutch motor

30B -- Clutch motor

30C -- Clutch motor

32 -- Outer rotor

34 -- Inner rotor

35 -- Permanent magnet  
36 -- Three phase coil  
37A, 37B -- Bearing  
38 -- Rotation transformer  
38A -- Primary winding  
38B -- Secondary winding  
39 -- Resolver  
40 -- Assistant motor  
40B -- Assistant motor  
40C -- Assistant motor  
42 -- Rota  
43 -- Stator  
44 -- Three phase coil  
45 -- Case  
46 -- Permanent magnet  
48 -- Resolver  
49 -- Bearing  
50 -- Engine  
51 -- Fuel injection valve  
52 -- Combustion chamber  
54 -- Piston  
56 -- Crankshaft  
56B -- Crankshaft  
57 -- Wheel  
58 -- Ignitor  
59a -- Press fit pin  
59b -- Screw  
60 -- Distributor  
62 -- Ignition plug  
64 -- Accelerator pedal  
65 -- Accelerator pedal position sensor  
66 -- Throttle valve  
67 -- Throttle-valve position sensor  
68 -- Actuator  
70 -- EFIECU  
72 -- Inlet-pipe negative pressure sensor  
74 -- Coolant temperature sensor  
76 -- Rotational frequency sensor  
78 -- Angle-of-rotation sensor  
79 -- Starting switch  
80 -- Control unit  
82 -- Shift lever  
84 -- Shift position sensor  
90 -- Control CPU  
90 a--RAM  
90 b--ROM  
91 92 -- Drive circuit  
94 -- Dc-battery  
95 96 -- Current detector  
97 98 -- Current detector  
99 -- Remaining capacity detector  
102 -- Belt  
104 -- Cooling pump  
106 -- P/S pump



108 -- Lock device

---

[Translation done.]

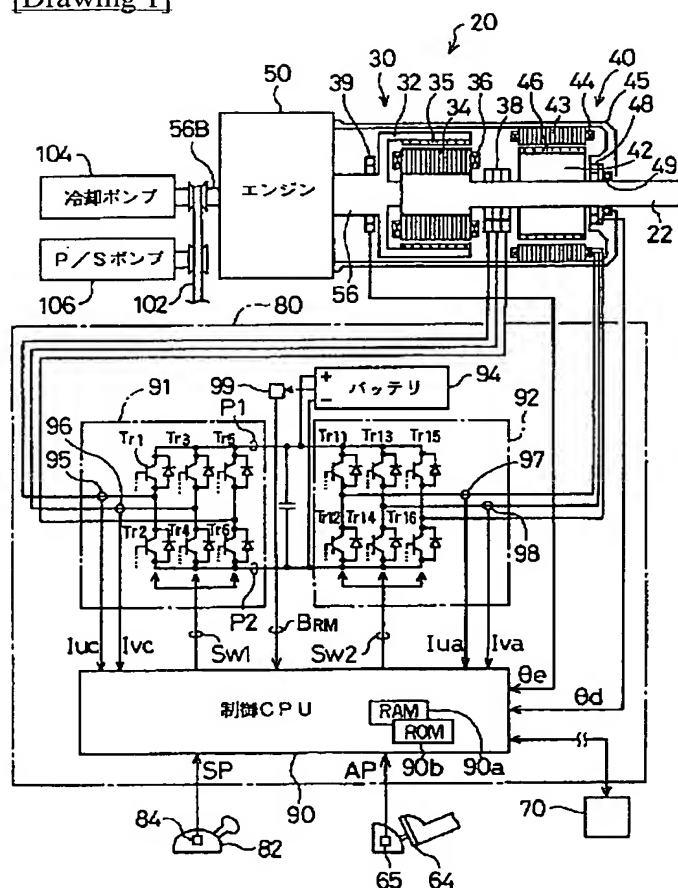
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

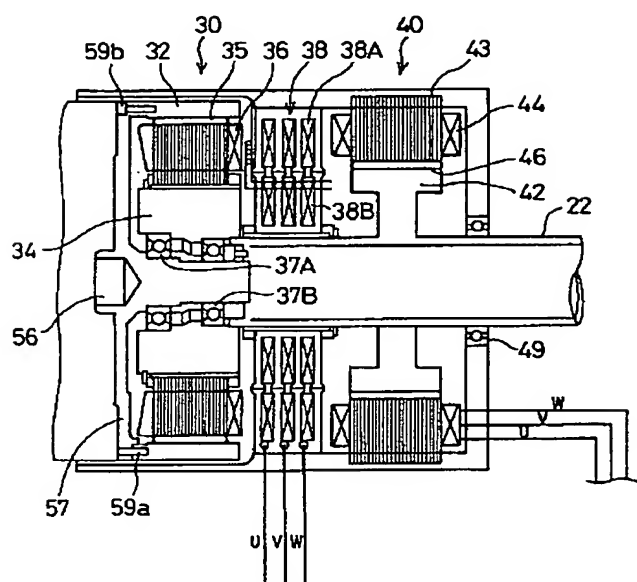
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

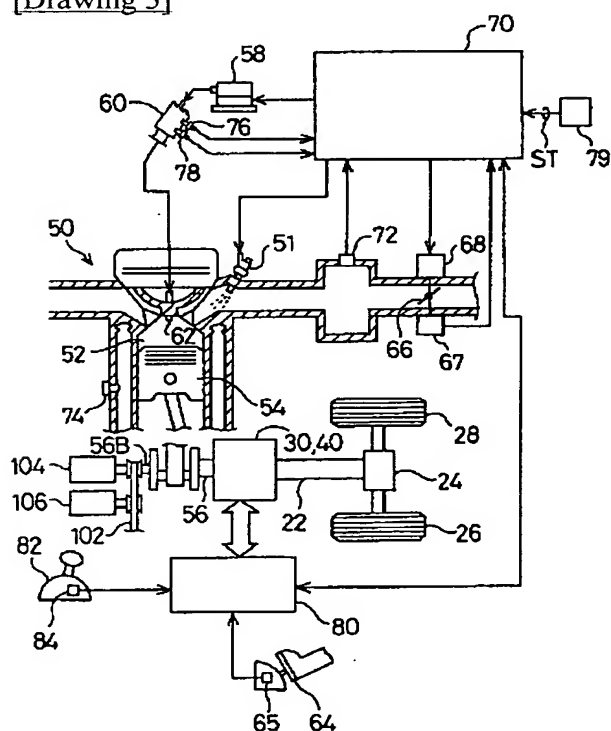
[Drawing 1]



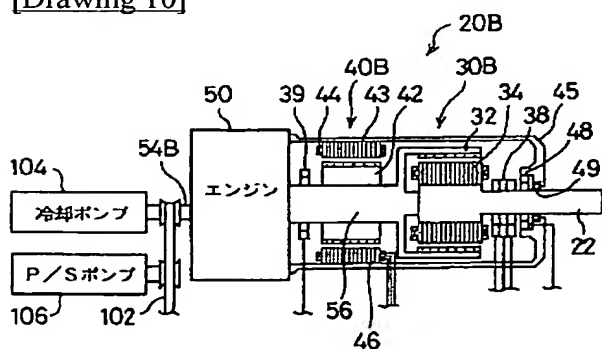
[Drawing 2]



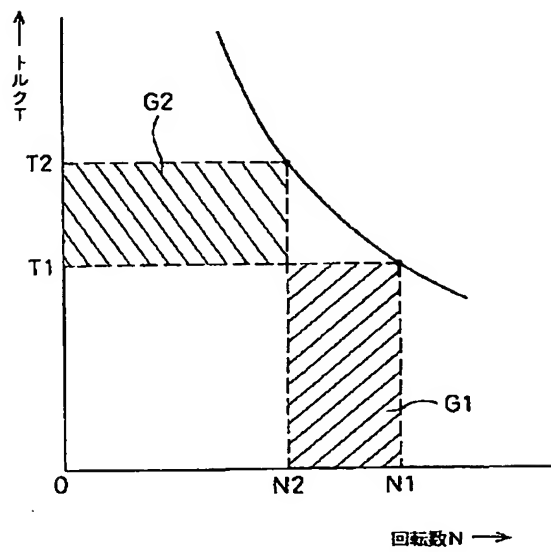
[Drawing 3]



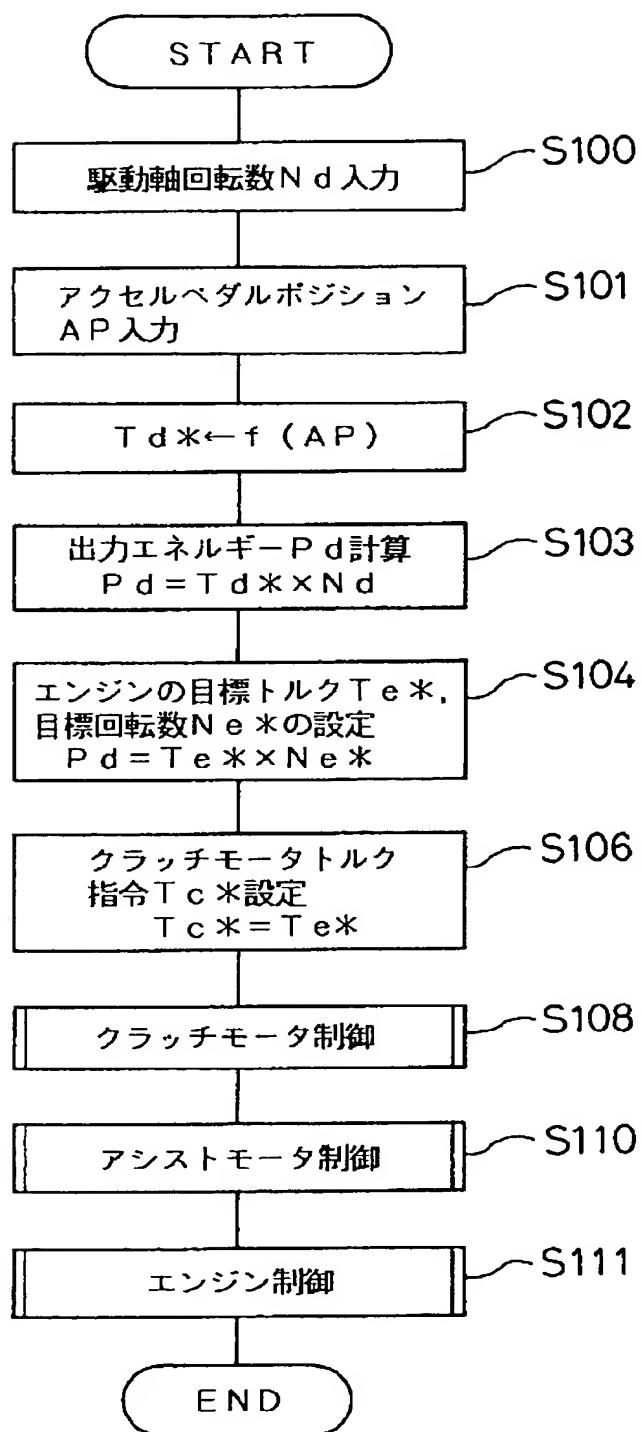
[Drawing 10]



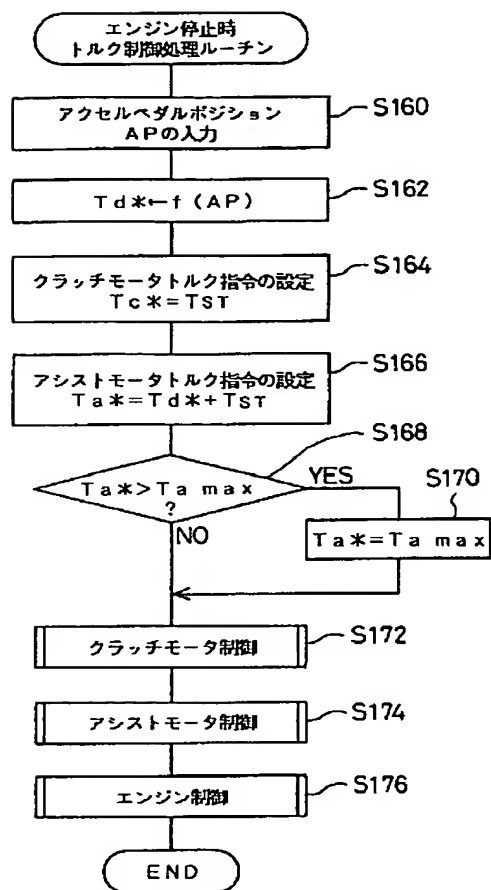
[Drawing 4]



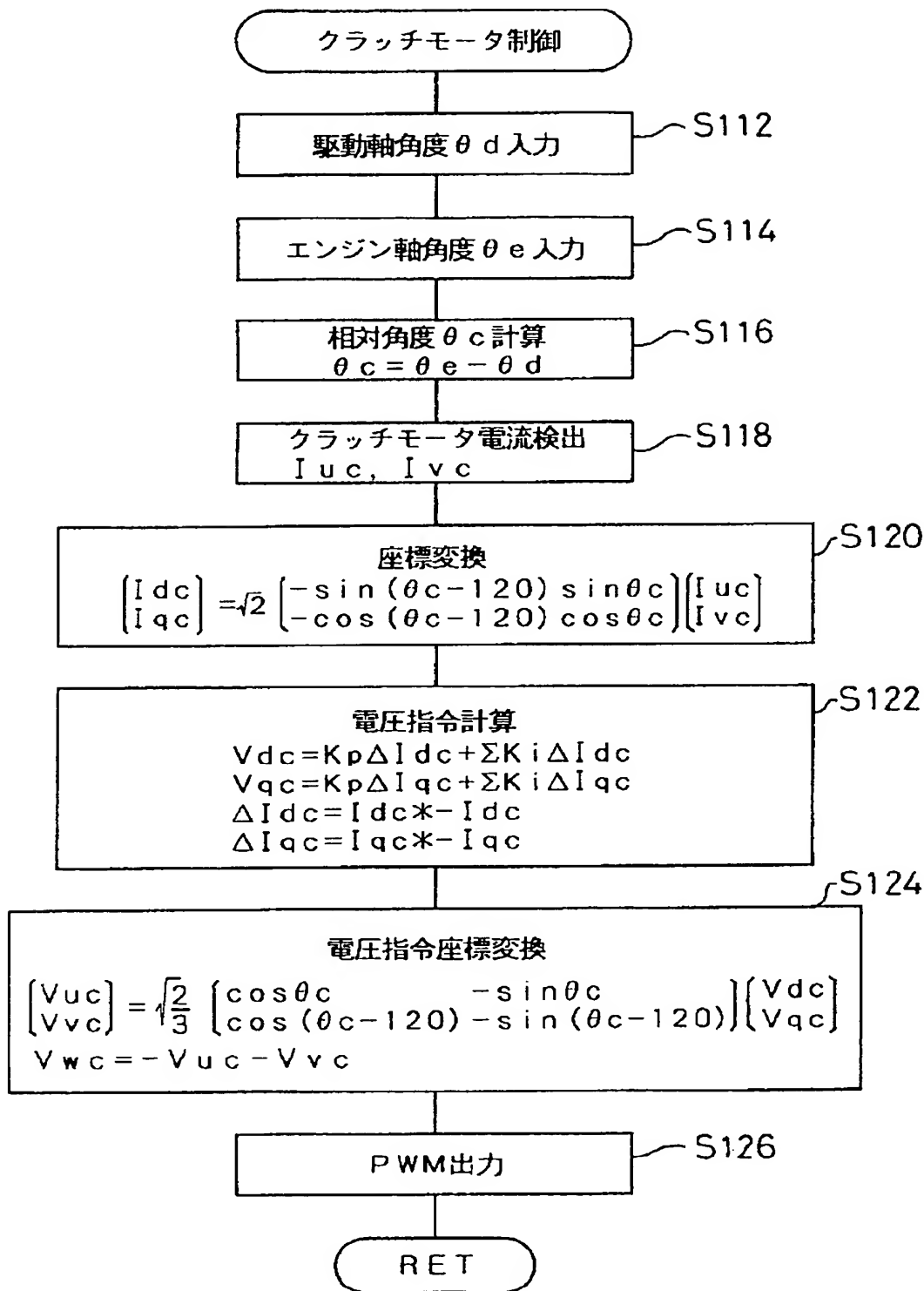
[Drawing 5]



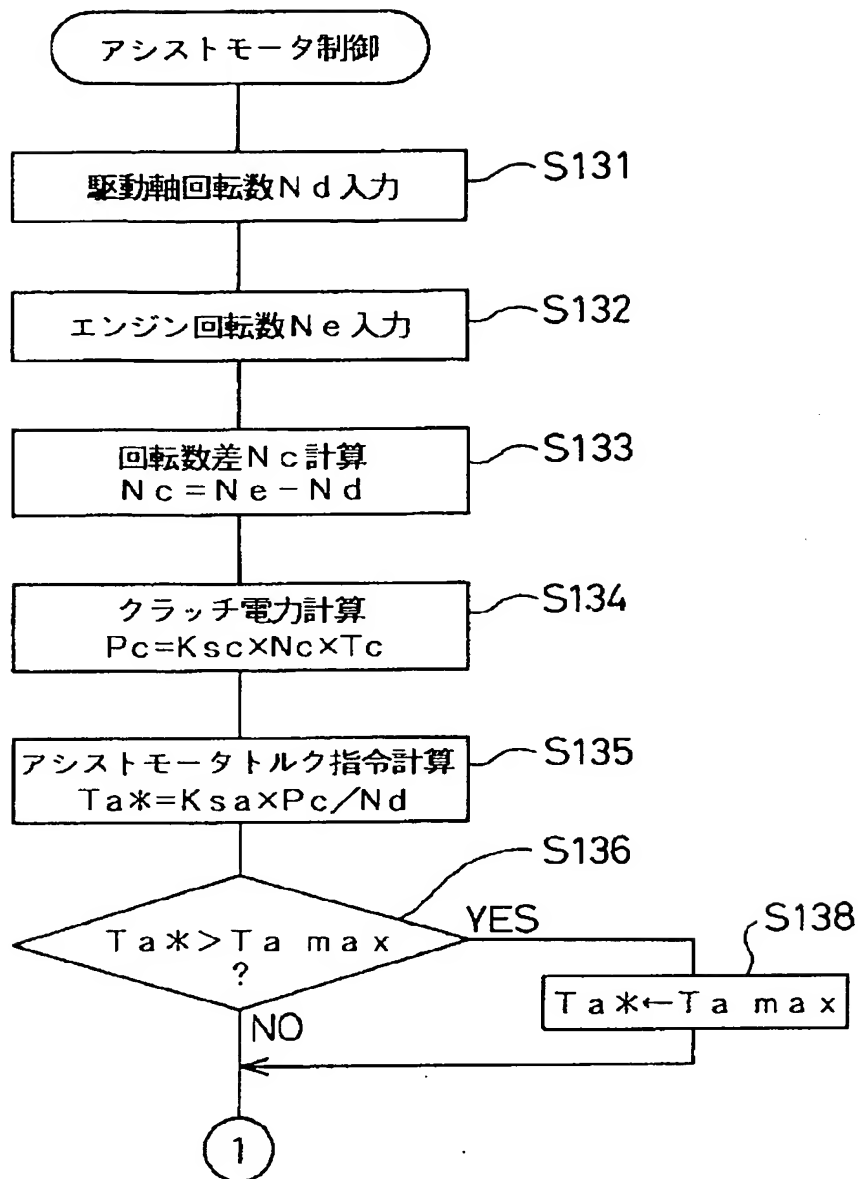
[Drawing 9]



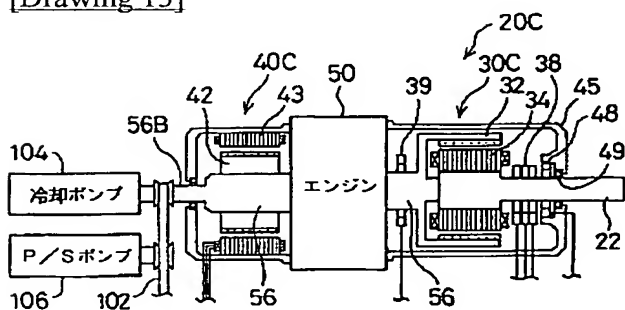
[Drawing 6]



[Drawing 7]

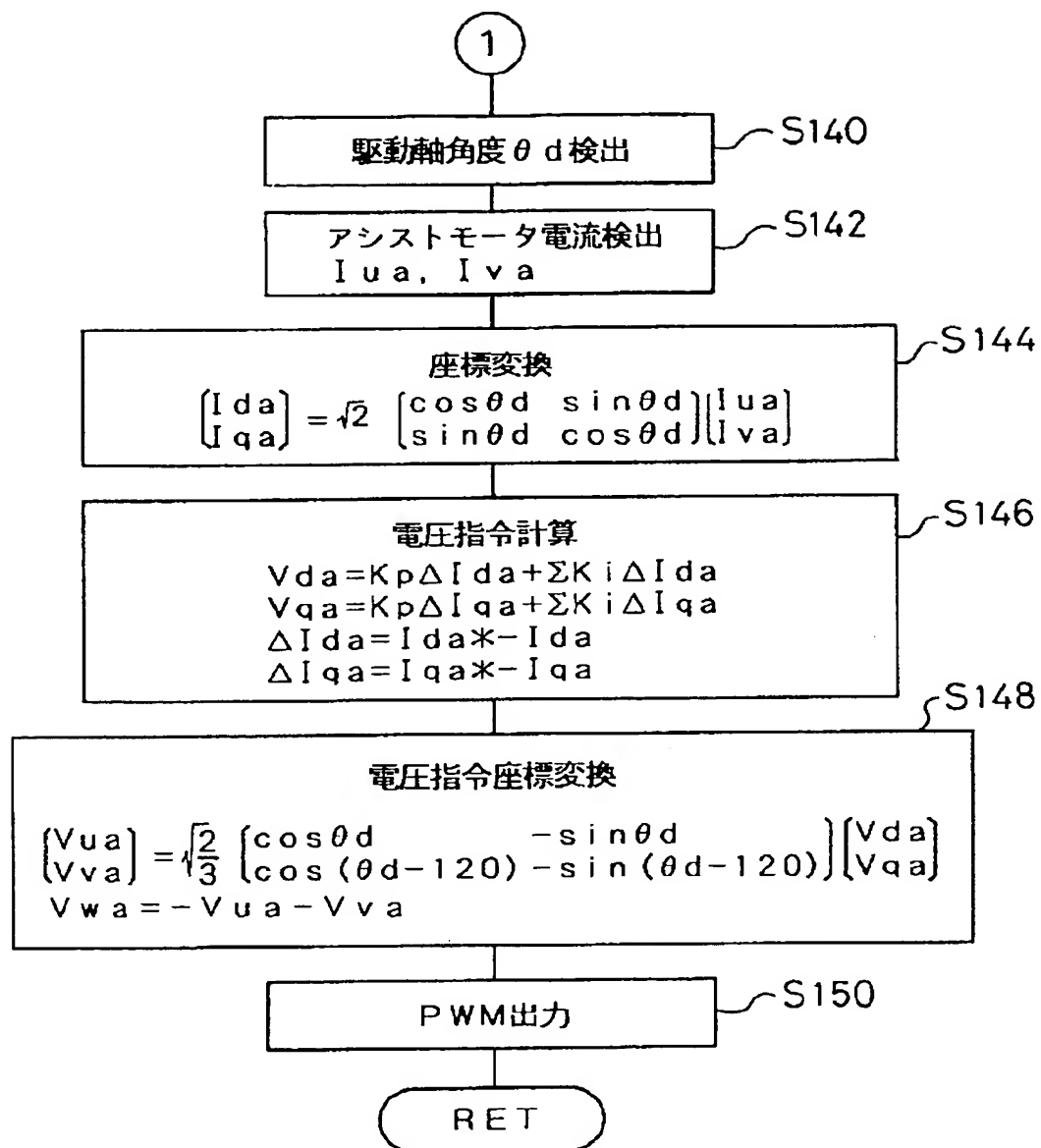


[Drawing 13]

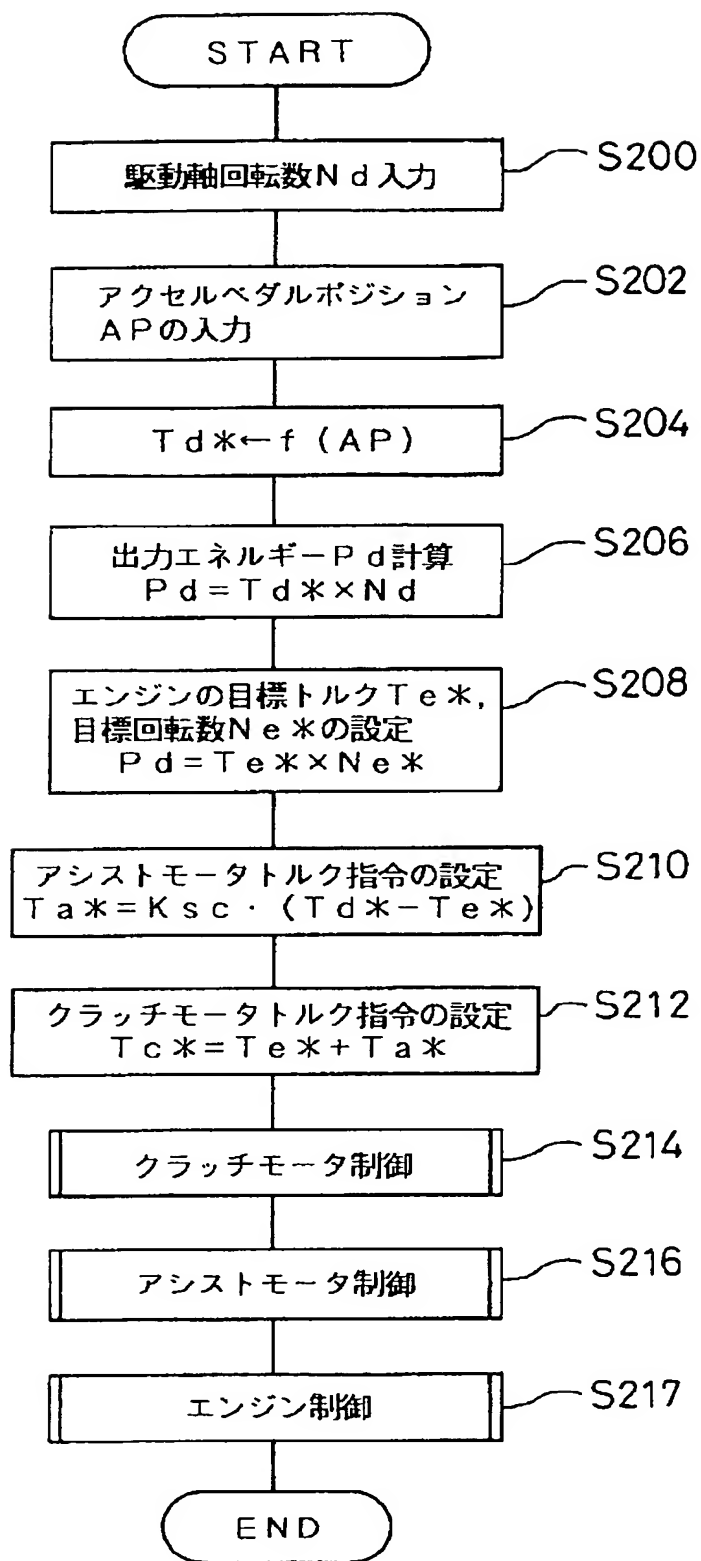


[Drawing 8]

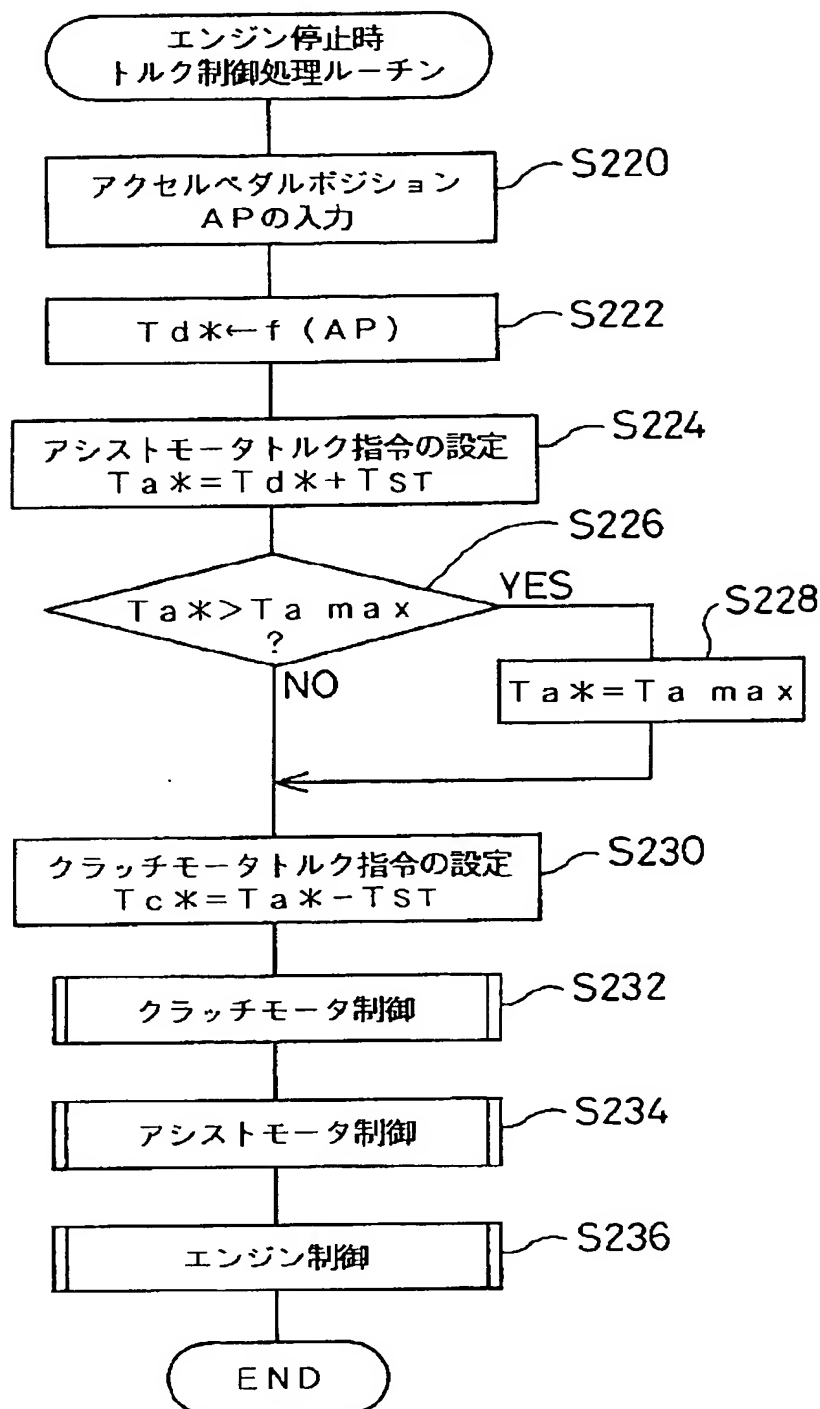




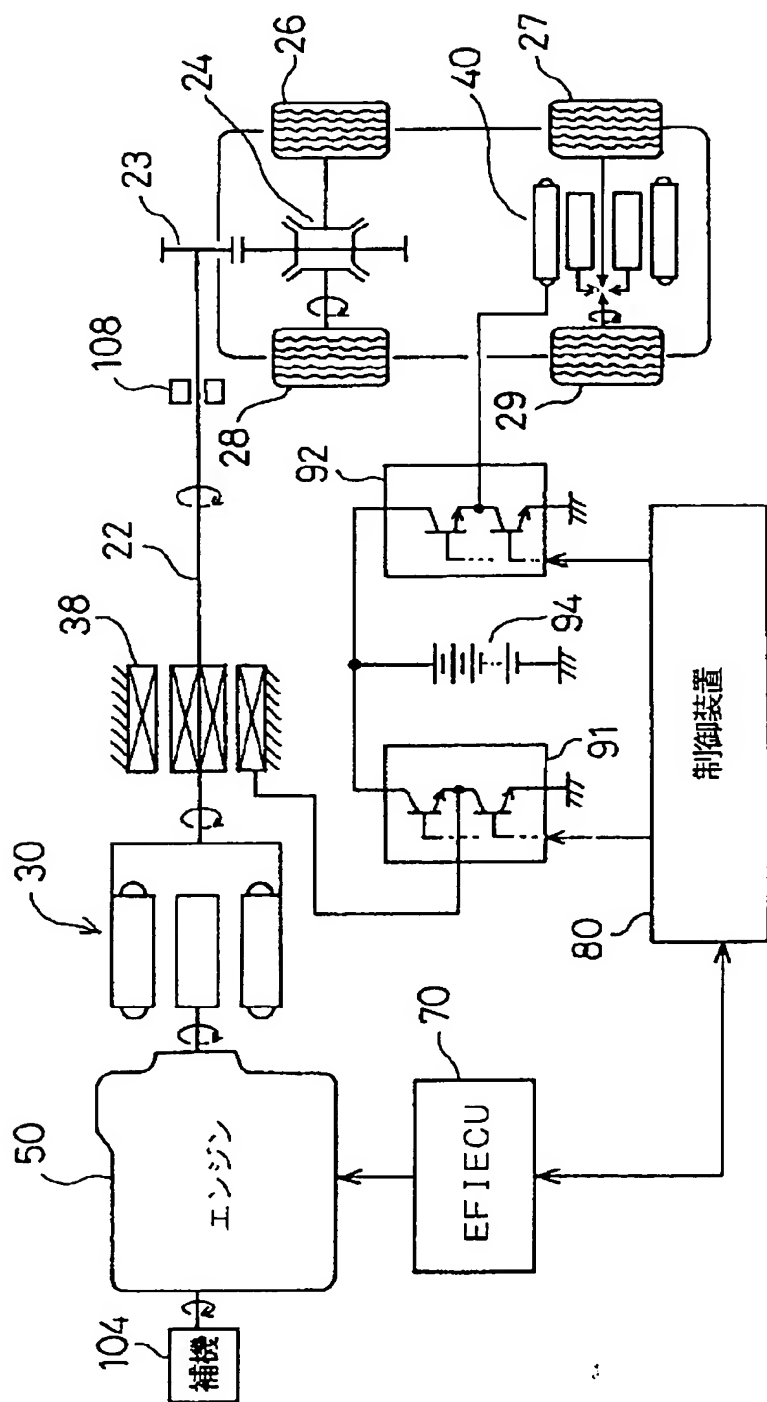
[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Drawing 14]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**